ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)

ФИЗИОЛОГИЯ
СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Учебное пособие

Уфа
2019

УДК 612.3(075.8)
ББК 28.707.3я7
Ф 50

Рецензенты:
Ректор ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, зав. кафедрой нормальной физиологии, д.м.н., профессор И.В. Мирошниченко

Заведующий кафедрой нормальной физиологии ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, д.м.н., профессор С.Б. Назаров

Физиология системы пищеварения: учеб. пособие / Сост.: А.Ф. Каюмова, О.В. Самоходова, Г.С. Тупиневич, У.Т. Аллабердин, К.Р. Зиякаева. — Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019. — 64 с.

Составлено на основании ООП ВО, рабочей программы (2018 г.), действующего учебного плана (2019 г.) и в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Профессионального стандарта по специальности 31.05.01 — Лечебное дело.

Является дополнением к основной учебной литературе и предназначено для улучшения качества самостоятельной работы обучающихся при подготовке к практическим занятиям. В пособии содержится необходимая информация для успешного освоения раздела «Физиология пищеварения». Даны вопросы к собеседованию и итоговому занятию, к практическим работам, примеры тестовых заданий и ситуационных задач, эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам, а также перечень основной и дополнительной литературы.

Пособие предназначено для контактной работы обучающихся в высших медицинских учебных заведениях по специальности 31.05.01 — Лечебное дело и изучающих дисциплину «Нормальная физиология».

Рекомендовано в печать Координационным научно-методическим советом и утверждено решением Редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России.

УДК 612.3(075.8)
ББК 28.707.3я7

© Каюмова А.Ф., Самоходова О.В., Тупиневич Г.С., Аллабердин У.Т., Зиякаева К.Р., 2019
© ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение…… 4
I. ТИПЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ…… 8
II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ…….. 10
III. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА И ЖЕЛУДКЕ…… 12
Вопросы для самоконтроля знаний…… 28
Самостоятельная контактная работа…… 29
IV. ПИЩЕВАРЕНИЕ В КИШЕЧНИКЕ…… 33
Вопросы для самоконтроля знаний…… 45
Самостоятельная контактная работа…… 46
V. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЖКТ… 48
Оценочные материалы…… 51
Список рекомендуемой литературы…… 62

ВВЕДЕНИЕ

Пищеварение — это сложный процесс трансформации принятой пищи, в результате которого компоненты, сохранив энергетическую и пластическую ценность, должны утратить видовую специфичность и приобрести свойство быть усвоенными организмом и включенными в его нормальный обмен веществ. Данный физиологический процесс обеспечивает в ЖКТ механическую и химическую переработку пищевых веществ (белков, жиров, углеводов) до питательных веществ (мономеров) с их последующим всасыванием в кровь и лимфу.

Преобразование пищевых веществ в питательные вещества осуществляется системой пищеварения.

Пищеварительная система — это совокупность органов, включающих пищеварительный тракт (ротовая полость со слюнными железами, глотка, пищевод, желудок, кишечник), поджелудочную железу и печень.

Функции пищеварительной системы.

1. **Секреторная.**

Секреторными клетками пищеварительной системы осуществляется синтез и выделение в просвет пищеварительного тракта пищеварительных соков. Общий объем пищеварительных соков в сутки составляет 6–8 литров. Причем, большая часть соков всасывается в кишечнике обратно в кровь.

2. **Моторно-эвакуаторная (двигательная).**

Данная функция осуществляется благодаря скелетным и гладким мышцам пищеварительной трубки. Различают произвольные и непроизвольные, макро- и микромоторные явления. Основные моторные процессы — измельчение пищи (жевание), глотание, перемешивание с пищеварительными соками и перемещение содержимого в дистальном направлении, задержка (депонирование) в каждом отделе пищеварительного тракта с целью гидролиза пищевых веществ и всасывания продуктов гидролиза в кровь и лимфу и эвакуация (дефекация).

3. Всасывательная.

Всасывание мономеров, ионов и воды происходит на всем протяжении пищеварительного тракта, но с разной интенсивностью в различных его отделах. Эти физиологические процессы осуществляются благодаря пассивному и активному транспорту.

В полости рта всасываются ионы натрия, калия, карбонаты, вода, алкоголь и некоторые лекарственные вещества. В желудке — вода, растворенные в ней минеральные соли, алкоголь, аминокислоты.

Основные процессы всасывания продуктов гидролиза пищевых веществ происходят в тонкой кишке при участии ворсинок и микроворсинок ее каемчатого слоя. Белки всасываются в виде аминокислот в кровеносные капилляры. Углеводы всасываются в виде моносахаридов также в кровеносные капилляры. Липиды — в виде жирных кислот и моноглицеридов в лимфатический капилляр, а затем с лимфой поступают в кровь.

В толстой кишке в основном всасывается вода и в небольших количествах глюкоза и аминокислоты.

4. Экскреторная (выделительная).

Выделение из крови в полость ЖКТ продуктов обмена (желчные пигменты, мочевина, аммиак) и различных чужеродных веществ (яды, красители, соли тяжелых металлов, лекарственные вещества).

5. Инкреторная (эндокринная, гуморальная).

В органах пищеварительной системы обнаружено более 30 типов эндокринных клеток (апудоциты, энтериноциты и т.д.), относящиеся к APUD–системе, которые синтезируют гастроинтестинальные гормоны — гастрин, секретин, соматостатин, холецистокининпанкреозимин (ХЦК-ПЗ) и т.д. Эти гормоны относятся к группе короткоживущих химических веществ, оказывают мощное регулирующее влияние на процессы пищеварения.

6. Защитная.

Пищеварительная система обладает различными механизмами защиты:

– барьерный — слизистая оболочка препятствует проникновению во внутреннюю среду организма бактерий, чужеродных веществ и т.д.;

– защитные рефлексы (рвота, диарея) — направлены на удаление токсических, ядовитых и вредных веществ, лекарственных средств;

– бактерицидные и бактериостатические свойства пищеварительных соков — например, наличие лизоцима в слюне, высокая концентрация соляной кислоты в желудочном соке и т.д.;

– иммунная защита — например, наличие лимфоидных фолликулов на всем протяжении пищеварительного тракта, наличие плазматических и Т-лимфоидных клеток в слизистой оболочке, выработка иммуноглобулинов плазматическими клетками эпителия и т.д.

7. Рецепторная.

Органы пищеварения напрямую связаны с органами других систем. Например, переполнение желудка его содержимым и растяжение стенок, приведет к увеличению ЧСС.

8. Гемопоэтическая.

Слизистая тонкой кишки является депо для железа. Железами слизистой желудка вырабатывается фактор Кастла, необходимый для усвоения витамина B_{12}.

Значение пищеварения заключается в обеспечении клеток и тканей организма питательными веществами, т.е. пластическим и энергетическим материалом, который используется в процессе метаболизма.

Знания функций пищеварительной системы и ее отделов, умение проводить простые практические работы и анализировать полученные результаты, необходимы будущему врачу любого профиля независимо от его специальности.

Изучение данного раздела направлено на формирование у обучающихся специальности 31.05.01. — Лечебное дело следующих **компетенций:**

– ОК-1 — способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

– ОК-5 — готовность к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала;

– ОПК-9 — способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач.

Данное пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО, Профессионального стандарта, ООП ВО, рабочей программы и действующего учебного плана по специальности 31.05.01 — Лечебное дело. Рекомендуется к использованию в качестве дополнительной литературы при подготовке обучающихся к практическим занятиям по нормальной физиологии.

I. ТИПЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

В зависимости от происхождения ферментов, осуществляющих переваривание питательных веществ, пищеварительный процесс подразделяют на три типа (Рис.1.):

1) аутолитическое;
2) симбионтное;
3) собственное.

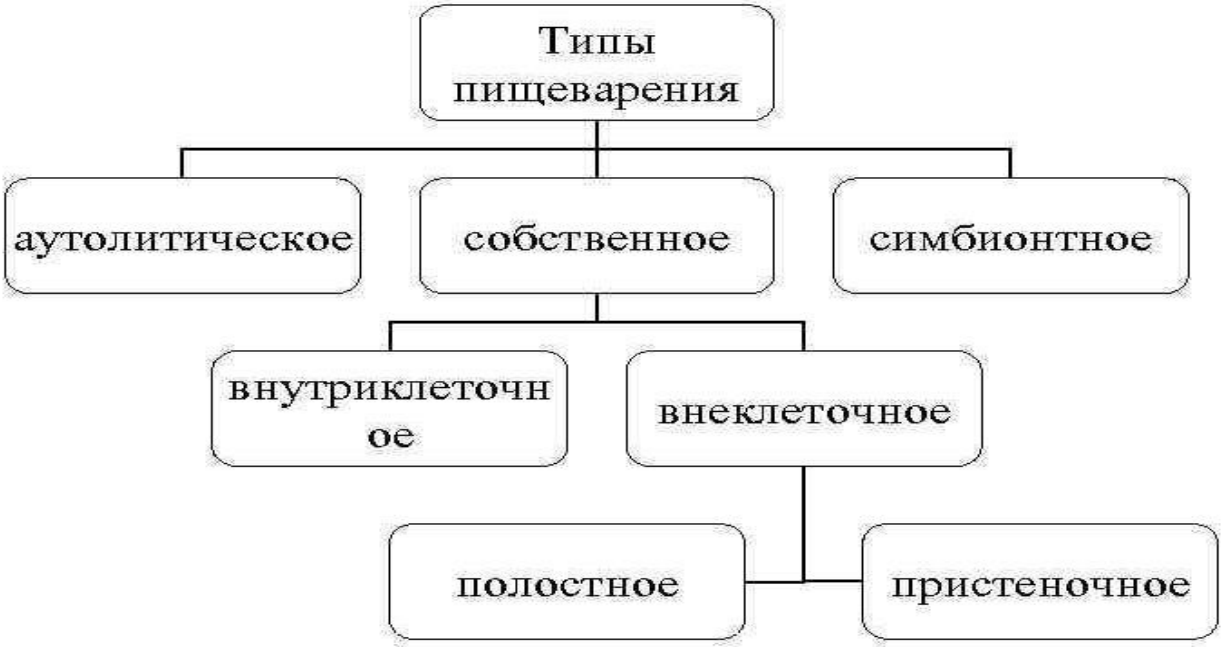

Рис. 1. Типы пищеварения (https://present5.com).

Аутолитическое пищеварение осуществляется гидролитическими ферментами, поступающими в пищеварительный тракт в составе пищевых продуктов.

Так у новорожденных и грудных детей, находящихся на грудном вскармливании, собственное пищеварение еще развито слабо, поэтому в пищеварительном тракте младенца грудное молоко переваривается благодаря гидролитическим ферментам молока матери.

Симбионтное пищеварение осуществляется благодаря гидролитическим ферментам, которые синтезируют симбионты макроорганизма. В организме человека такими симбионтами является микрофлора толстой кишки.

Так клетчатка, содержащаяся в овощах и фруктах, не способна перевариваться пищеварительными соками из-за отсутствия в них соответствующих ферменты. Она частично переваривается ферментами микрофлоры толстой кишки. В результате образуются так называемые вторичные нутриенты.

Собственное пищеварение, при котором организм использует ферменты собственных пищеварительных соков для гидролиза пищевых веществ.

Различают два вида собственного пищеварения:

1) внутриклеточное;
2) внеклеточное.

Внутриклеточное пищеварение заключается в гидролизе мельчайших частиц, поступивших в клетку, под действием лизосомальных ферментов.

Внеклеточное пищеварение у взрослого человека является основным. Оно может быть:

1) полостное (дистантное);
2) пристеночное (контактное, мембранное).

Полостное пищеварение обеспечивает гидролиз пищевых веществ до олигомеров ферментами всех пищеварительных соков, выделяющихся в просвет пищеварительного тракта.

Пристеночное пищеварение происходит только в тонкой кишке за счет ферментов, встроенных в мембрану микроворсинок энтероцитов. Завершающим этапом пристеночного пищеварения является всасывание питательных веществ в кровь и лимфу.

Соотношения между типами пищеварения изменяются в ходе индивидуального развития. Так, ребенок рождается со стерильным пищеварительным трактом, и, конечно, у него не может быть никакого симбионтного пищеварения. У новорожденного ребенка существует внутриклеточное собственное пищеварение, затем появляется аутолитическое. В результате смены питания (ранний прикорм или искусственное вскармливание) происходит ряд перестроек в организме, и на смену аутолитическому пищеварению приходит собственное внеклеточное и симбионтное.

II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ

Голод и насыщение — это крайние состояния в ряду явлений между возникновением пищевой потребности и ее удовлетворением. Голод формирует поисковое и пищедобывательное поведение, а насыщение прекращает прием пищи.

В результате непрерывно протекающих метаболических процессов в организме уменьшается уровень питательных веществ в крови и формируется пищевая потребность.

Состояние голода возникает на этапе расхода питательных веществ в организме. Это состояние формируется по двум причинам:

1) «опустошенный желудок»;

2) снижение уровня питательных веществ в крови, даже если они перешли из крови в депо. Такая кровь называется «голодной».

Отсюда, различают *две стадии голода:*

1) сенсорная;

2) метаболическая.

Сенсорная возникает в результате раздражения нейронов пищевого центра импульсами от механорецепторов пустого желудка и 12-перстной кишки. По мере эвакуации из них химуса повышается тонус мышц, что ведет к раздражению механорецепторов.

Метаболическая стадия начинается с момента снижения питательных веществ в крови. Пищевые депо (печень, исчерченные мышцы, жировая клетчатка) «закрываются», чтобы предотвратить расход питательных веществ. «Голодная кровь» становится сильным раздражителем для нейронов *центра голода, который находится в латеральных ядрах гипоталамуса*. Возбуждение центра голода происходит двумя путями: рефлекторно – через раздражение хеморецепторов сосудистого русла и непосредственно – через раздражение центральных глюкорецепторов латерального гипоталамуса. В результате формируются чувство голода и пищевая мотивация.

Пищевая мотивация — это побуждение организма к активному поиску и приему пищи. Возбуждение из латеральных ядер гипоталамуса распространяется на лимбическую систему и ретикулярную формацию, а оттуда — в передние отделы коры полушарий мозга, что обеспечивает формирование поискового и пищедобывательного поведения и прием пищи.

При приеме пищи возникает состояние насыщения.

Нервный центр насыщения находится в вентромедиальных ядрах гипоталамуса.

Между центрами голода и насыщения всегда существуют реципрокные (взаимотормозящие) отношения.

Состояние насыщения формируется в две стадии, подобные стадиям голода:

1) сенсорная;
2) метаболическая.

Сенсорное насыщение (ощущение насыщения) возникает во время приема пищи в результате потока афферентных импульсов от рецепторов полости рта, глотки, пищевода и желудка в центр насыщения, который реципрокно тормозит центр голода, что приводит к прекращению ощущения голода.

Кроме того, возбуждение нейронов вентромедиальных ядер гипоталамуса путем гуморальных, пока еще не совсем изученных, механизмов приводит к опорожнению депо питательных веществ в кровь. Кровь перестает быть «голодной» и не раздражает нейроны гипоталамуса.

После приема достаточного количества пищи пищедобывательное поведение и потребление пищи прекращаются, т.к. в результате торможения центра голода распадается система пищевого мотивационного возбуждения.

Метаболическое (истинное) насыщение наступает через 1,5–2 часа после приема пищи, когда в кровь начинают всасываться питательные вещества. Поступающие вещества восполняют пищевые депо.

По мере расходования питательных веществ в организме весь цикл повторяется.

III. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА И ЖЕЛУДКЕ

Пищеварение в полости рта.

Полость рта — это самое первое звено пищеварительной системы. Здесь происходит апробирование пищи на съедобность, ее механическая и частично химическая обработка, формирование пищевого комка и последующее его проглатывание. Все вышеперечисленные процессы в полости рта осуществляются благодаря жеванию.

Жевание — это строго координированный физиологический процесс, направленный на измельчение пищи, смачивание ее слюной и формирование пищевого комка. Жевание происходит за счет движений нижней челюсти благодаря сокращениям жевательных мышц, а также за счет сокращения мимических мышц и мышц языка.

Длительность пребывания и переработки пищи в ротовой полости зависят от свойств пищи, состояния жевательного аппарата, особенностей слюноотделения и составляет не более 15–20 секунд.

При поступлении пищи в полость рта сначала раздражаются механорецепторы, затем терморецепторы и только потом — хеморецепторы (вкусовые). Возбуждение от этих рецепторов по афферентным волокнам язычного нерва (ветвь тройничного нерва), языкоглоточного, барабанной струны (ветвь лицевого нерва) и верхнего гортанного (ветвь блуждающего нерва) направляется в ствол мозга к чувствительным ядрам перечисленных нервов, от них через специфические ядра таламуса — в кору. Здесь происходит принятие решения о съедобности или несъедобности принятой пищи. Несъедобная пища выплевывается (защитный механизм), а съедобная подвергается пережевыванию. Возбуждение из коры возвращается в продолговатый мозг в центр жевания, а от него через двигательные ядра тройничного, лицевого и подъязычного нервов по эфферентным волокнам к жевательным, мимическим мышцам и мышцам языка.

Эндогенной жидкостью ротовой полости является **ротовая жидкость.**

Состав ротовой жидкости:

1) слюна;
2) десневая жидкость;
3) слущенный эпителий;
4) клетки крови и компоненты плазмы;
5) микроорганизмы, вирусы, грибы;
6) остатки пищи.

Десневая жидкость — это транссудат сыворотки крови. Она заполняет десневую борозду. В норме за сутки вырабатывается не более 2,5 мл десневой жикости. В ее состав входят белки (в том числе иммуноглобулины), ферменты (в том числе лизоцим), микроорганизмы, минеральные вещества и большое количество лейкоцитов, в т.ч. нейтрофилов — 96–97%, лимфоцитов — 1–2%, моноцитов — 2–3%. Основная функция десневой жидкости – защита пародонта.

Слюна — это основной составной компонент ротовой жидкости. Слюна представляет собой смесь секретов трех пар крупных слюнных желез (околоушных, поднижнечелюстных и подъязычных) и множества мелких желез слизистой оболочки полости рта. В течение суток в норме выделяется до 2 литров слюны.

Значение слюны.

1. Смачивание, ослизнение пищи и формирование пищевого комка.

2. Участие во вкусовой оценке пищи, т.е. происходит апробация пищи на предмет ее пригодности или непригодности.

3. Гидролиз углеводов в полости рта и желудке (гидролиз углеводов ферментами слюны продолжается до тех пор, пока попавший в желудок пищевой комок не пропитается желудочным соком).

4. Увлажнение слизистой полости рта, что необходимо в речеобразовании.

5. Слюна контактирует с эмалью зубов и является для нее источником микроэлементов.

6. Участие в местном гемостазе благодаря содержанию в слюне факторов свертывания крови (например, кинины).

7. Слюна обладает буферными свойствами, т.е. поддерживает постоянство pH полости рта, что важно для нормального состояния твердых тканей зубов. В норме pH слюны составляет 5,8–7,4.

8. Защитная функция:

– защита слизистой оболочки полости рта и тканей зубов от термических и химических раздражителей;

– санация полости рта от остатков пищи, зубного налета и т.п.;

– антибактериальная защита, благодаря содержанию в слюне лизоцима, лейкоцитов, иммуноглобулинов, нормальной микрофлоры и т.д.

Состав слюны.

Слюна представляет собой вязкую, слегка мутноватую жидкость, состоящую из 99,4–99,5 % воды и 0,5–0,6 % сухого остатка.

В сухом остатке выделяют неорганические и органические вещества.

Неорганические вещества представлены хлоридами, фосфатами, гидрокарбонатами, сульфатами, фторидами, бромидами, ионами K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, микроэлементами.

Органические вещества — белки (альбумины, глобулины), аминокислоты, углеводы (глюкоза, галактоза), азотсодержащие вещества (мочевина, аммиак, мочевая кислота, что обусловлено экскреторной функцией слюнных желез).

Большое значение имеет наличие в слюне муцина. **Муцин** склеивает пищу в пищевой комок, облегчает его дальнейшее проглатывание и продвижение, а также защищает слизистую полости рта от различных раздражителей.

В составе органических веществ слюны выделено около 50 различных ферментов. Однако наиболее активными являются амилолитические ферменты, участвующие в гидролизе углеводов. Наибольшая роль принадлежит двум ферментам — **α-амилазе и мальтазе (α-глюкозидазе). α-амилаза** расщепляет полисахариды (крахмал) до дисахаридов (мальтозы), а **мальтаза** — дисахариды до моносахаридов. Таким образом, теоретически в ротовой полости может осуществиться полный гидролиз углеводов, однако практически этого не происходит, т.к. пища в ротовой полости задерживается не более 15–20 секунд.

Следует выделить еще один фермент в составе слюны — **лизоцим (мурамидаза)**, обладающий бактерицидными свойствами, т.е. выполняющий не пищеварительную, а защитную функцию.

Слюноотделение.

Секреция слюны слюнными железами осуществляется в две фазы: условнорефлекторную и безусловнорефлекторную.

Условнорефлекторная фаза начинается с момента вида, запаха пищи, разговоров и воспоминаний о пище, т.е. раздражения дистантных рецепторов соответствующих анализаторов. От этих рецепторов импульсы направляются в корковые центры анализаторов, а от них — в слюноотделительный центр продолговатого мозга.

Безусловнорефлекторная фаза начинается с момента поступления пищи в полость рта и раздражения контактных рецепторов органов полости рта и ее слизистой оболочки. Возникшее возбуждение по афферентным волокнам язычного нерва (ветвь тройничного нерва), языкоглоточного, барабанной струны (ветвь лицевого нерва) и верхнего гортанного (ветвь блуждающего нерва) направляются в ствол мозга к чувствительным ядрам перечисленных нервов. Далее импульсы следуют в слюноотделительный центр продолговатого мозга, представленный верхним и нижним слюноотделительными парасимпатическими ядрами лицевого (VII) и языкоглоточного (IX) нервов (Рис.2).

От нейронов **верхнего слюноотделительного ядра** по преганглионарным волокнам барабанной струны лицевого нерва информация направляется к подчелюстному, подъязычному и крылонебному вегетативным ганглиям, а от них по постганглионарным волокнам, соответственно, к поднижнечелюстной, подъязычной и мелким слюнным железам полости рта.

От **нижнего слюноотделительного ядра** возбуждение по преганглионарным волокнам малого каменистого нерва (ветвь языкоглоточного нерва) передается до ушного ганглия, а от него по постганглионарным волокнам к околоушной слюнной железе.

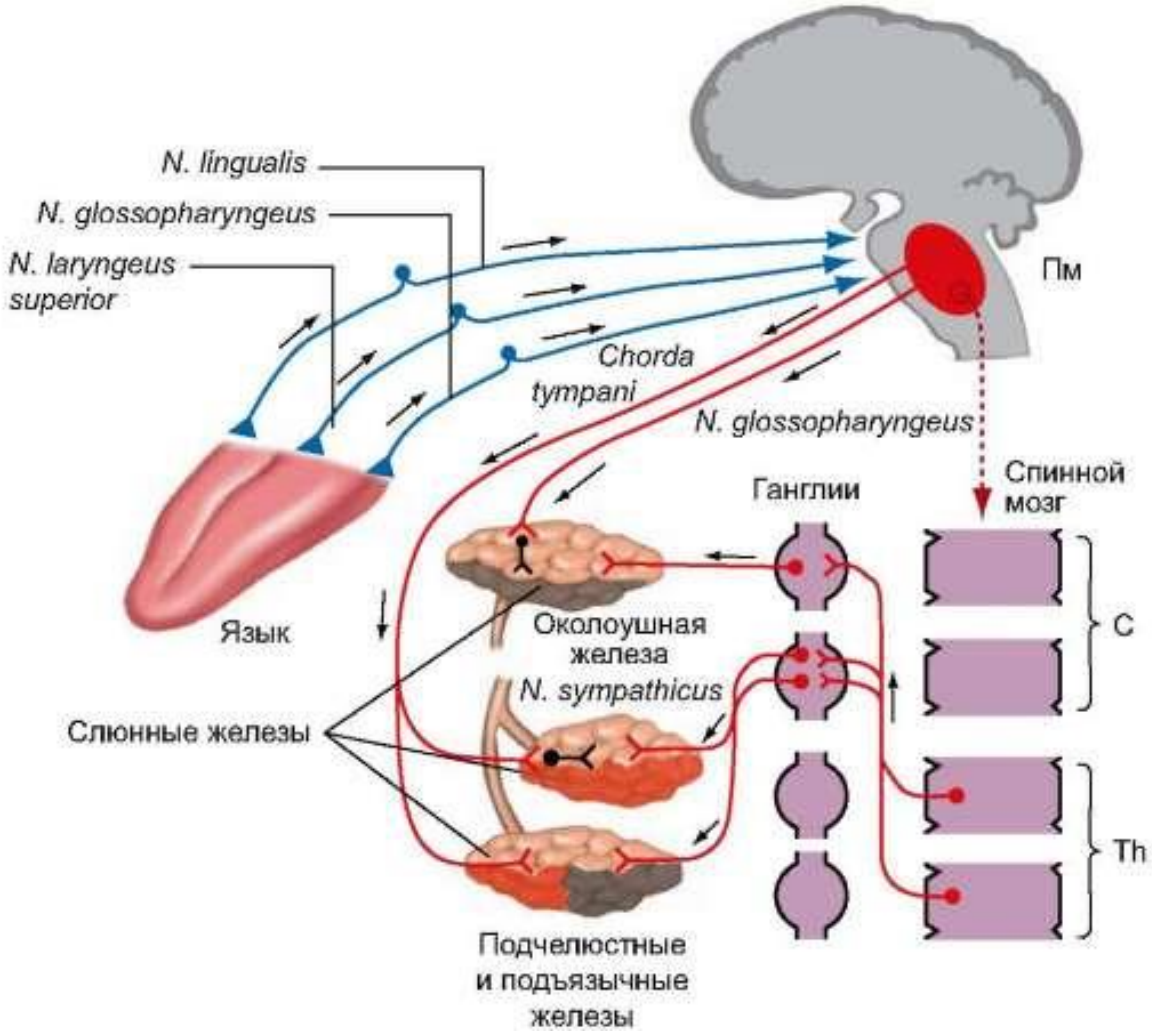

Рис. 2. Рефлекторная регуляция слюноотделения (https://cf.ppt-online.org).

Таким образом осуществляется **парасимпатическая иннервация** слюнных желез, которая приводит к обильному слюноотделению с небольшим количеством органических веществ в составе слюны.

Симпатическая иннервация слюнных желез осуществляется симпатическими нервными волокнами, идущими от Th_{II}-Th_{VI} сегментов тороколюмбального очага. Далее импульсы, идущие по коротким преганглионарным волокнам, переключаются в верхнем шейном узле симпатического ствола, а от него, по длинным постганглионарным волокнам, достигают слюнные железы. В результате слюны образуется мало, но она густая, вязкая и богата органическими веществами.

В регуляции слюноотделения большое значение имеют гуморальные факторы — гормоны гипофиза, надпочечников, щитовидной и поджелудочной же-

лез, продукты метаболизма. Торможение выделения слюны может быть обусловлено психоэмоциональным напряжением, болевыми раздражениями, отрицательными эмоциями и другими факторами.

Глотание

Жевание завершается глотанием — переходом пищевого комка в желудок через глотку и пищевод. За сутки человек совершает примерно 600 глотаний, 200 из которых — во время приема пищи.

Глотание — это рефлекторный процесс, включающий три фазы:

1) ротовая (произвольная);
2) глоточная (быстрая непроизвольная);
3) пищеводная (медленная непроизвольная).

Ротовая фаза глотания является произвольной, поэтому в эту фазу человек по желанию может приостановить глотание. Сформированный пищевой комок благодаря произвольному сокращению жевательных мышц и мышц языка продвигается в сторону глотки, прижимается к твердому небу и проталкивается на корень языка за передние (небноязычные) дужки зева. С этого момента начинается вторая фаза глотания и контролировать процесс становится невозможным.

Во время **глоточной фазы** пищевой комок, проходя через зев в ротоглотку, раздражает рецепторы корня языка, мягкого неба и ротоглотки. Импульсы по афферентным волокнам тройничного, языкоглоточного и блуждающего нервов направляются в центр глотания продолговатого мозга. Нейроны глотательного центра отправляют сигнал по эфферентным волокнам тройничного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего и подъязычного нервов, что приводит к сокращению мышц мягкого неба, гортани, глотки и языка.

Сокращение мышц, поднимающих и прижимающих небную занавеску, закрывает вход в носоглотку (Рис. 3а).

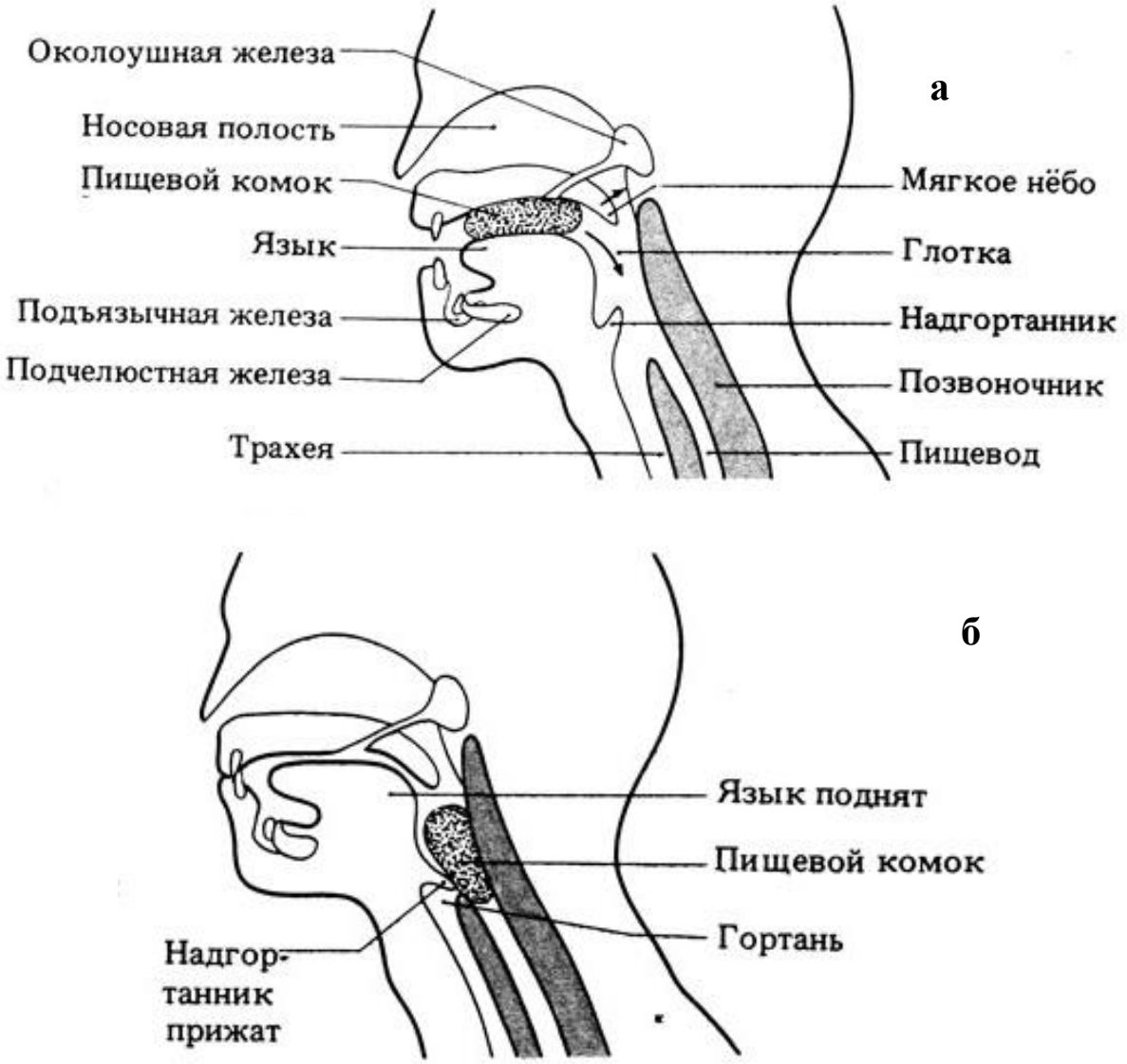

Рис. 3. Глоточная фаза глотания (http://схемо.рф).

Сокращение мышц языка и гортани – поднимает вверх гортань, опускает надгортанник, закрывая вход в гортань (Рис. 3б.). Последовательное сокращение верхнего, среднего и нижнего констрикторов глотки способствует последовательному продвижению пищевого комка через гортанную часть глотки. Во время сокращения констрикторов в полости глотки повышается давление, что приводит к рефлекторному расслаблению верхнего пищеводного сфинктера. Начинается третья фаза глотания. Пищеводная фаза осуществляется благодаря согласованному сокращению продольных и круговых мышц пищевода, возникают перистальтические волны, проталкивающие пищевой комок в желудок.

Продолжительность первых двух фаз глотания составляет около 1 секунды. Продолжительность пищеводной — 1–10 секунд, что зависит от консистенции пищи.

Необходимо отметить, что центр глотания в продолговатом мозге располагается рядом с дыхательным центром. Оба центра находятся в реципрокных отношениях, поэтому в норме при глотании наблюдается задержка дыхания.

Пищеварение в желудке

Вне пищеварения желудок находится в спавшемся состоянии и в нем содержится небольшое количество желудочного сока (около 50 мл), реакция которого близка к нейтральной.

При приеме пищи объем желудка может достигать 2,5 литров.

Функции желудка.

1. Пищеварительная:

– моторная (депонирование содержимого, ее механическая обработка, эвакуация в 12-перстную кишку);

– секреторная (выработка желудочного сока с последующим гидролизом белков).

2. Гуморальная — выработка гастроинтестинальных гормонов (**гастрин**, гистамин, соматостатин).

3. Бактерицидная — соляная кислота желудочного сока стерилизует содержимое желудка.

4. Экскреторная — через слизистую оболочку в просвет желудка выделяются продукты обмена веществ (молочная кислота, мочевина, яды и т.д.).

5. Кроветворная — железистые клетки слизистой желудка вырабатывают фактор Кастла, который связывает поступающий с пищей витамин B_{12} и предохраняет его от разрушения ферментами. В тонкой кишке витамин всасывается в кровь и с помощью транспортных белков – транскобаламинов переносится в печень и костный мозг для участия в гемопоэзе.

6. Всасывательная — через слизистую желудка всасываются вода, алкоголь, лекарственные вещества, продукты расщепления белка.

Пищеварительным соком желудка является **желудочный сок**. За сутки железами желудка синтезируется 2–2,5 литра сока.

Состав и свойства желудочного сока.

Чистый желудочный сок представляет собой бесцветную прозрачную жидкость. Он состоит из 99-99,5% воды и 0,5-1% сухого остатка. Сухой остаток представлен неорганическими и органическими веществами.

Неорганические вещества — фосфаты, сульфаты, гидрокарбонаты, ионы K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, микроэлементы. Однако, основным неорганическим веществом желудочного сока является соляная кислота (HCl) 0,3–0,5%, благодаря которой pH сока составляет 1,5–2.

Функции соляной кислоты:

- активирует пепсиногены, превращая их в пепсины;
- вызывает денатурацию и набухание белков;
- создает в желудке кислую среду, оптимальную для денатурации белка;
- обладает бактерицидным свойством;
- способствует усвоению железа;
- способствует моторно-эвакуаторной деятельности желудка.

Органические вещества желудочного сока — ферменты. В желудке происходит начальный гидролиз белков. Поэтому в желудочном соке содержатся в основном протеолитические ферменты, называемые пепсиногенами. **Пепсиногены** — это неактивная форма (проферменты), которые под влиянием HCl превращаются в активную форму — **пепсины.** Выделяют четыре основных вида пепсина:

1) *пепсин А* – осуществляет гидролиз белков при pH 1,5–2;
2) *пепсин В* (парапепсин);
3) *пепсин С* (гастриксин) — активен при pH 3,2–3,5;
4) *пепсин D* (химозин, реннин) — вызывает створаживание молока.

Пепсин А и пепсин С вместе обеспечивают до 95% протеолитической активности желудочного сока.

Помимо протеолитических ферментов в составе сока имеется желудочная липаза, которая расщепляет только эмульгированные жиры. Она более активна в грудном возрасте в силу особенностей питания детей.

Кроме желудочного сока железы желудка вырабатывают **мукоидный секрет (муцин) — «видимую слизь»**, которая в виде густого геля равномерным слоем толщиной в 1 см покрывает всю внутреннюю поверхность желудка, защищая слизистую оболочку от раздражений и самопереваривания.

Секреторная функция желудка обеспечивается желудочными железами, состоящими из трех типов железистых клеток (Рис. 4):

– *главные,* вырабатывающие пепсиногены;

– *обкладочные,* вырабатывающие соляную кислоту и фактор Кастла;

– *добавочные,* вырабатывающие муцин.

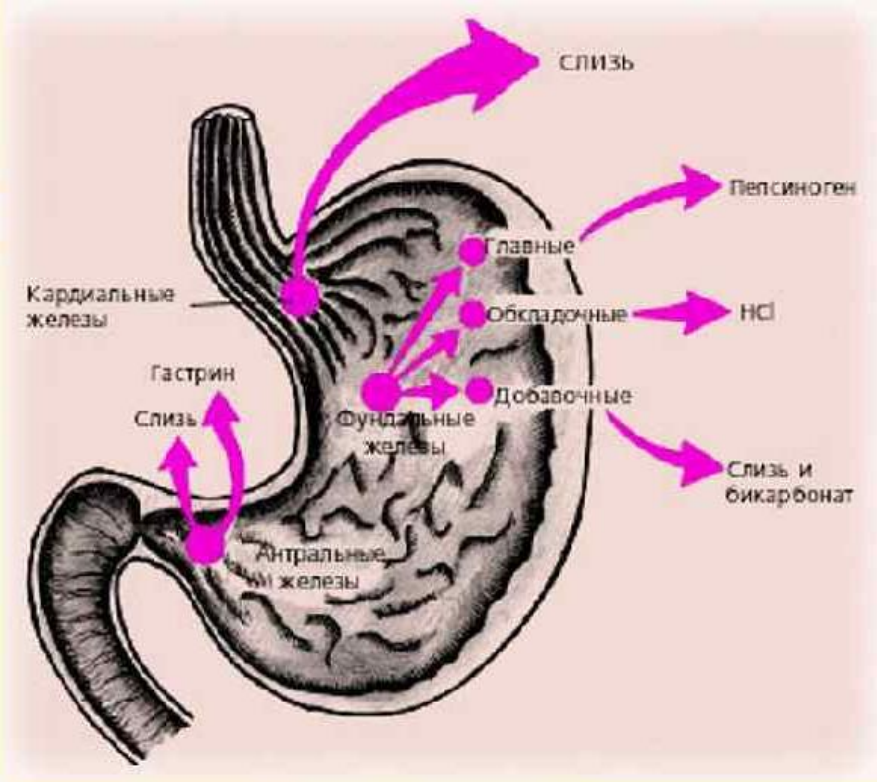

Рис.4. Секреторная функция желудка (http://900igr.net).

В зависимости от вида желудочных желез и состава выделяемого ими секрета различают **секреторные зоны желудка** (Рис 5).

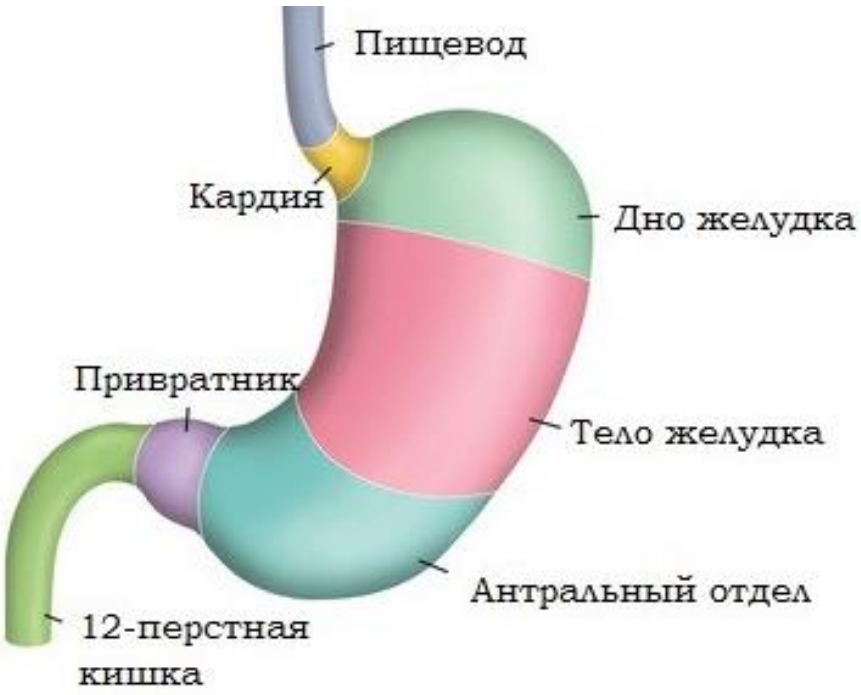

Рис. 5. Отделы желудка (http://ogastrite.ru).

1. Кардиальная зона, железы которой выделяют мукоидный секрет, облегчающий продвижение пищевого комка из пищевода в желудок.

2. Фундальная зона (область дна и тела), в которой располагаются главные фундальные железы, образованные клетками трех типов, секретирующие желудочный сок.

3. Секреторная зона малой кривизны — играет пусковую роль, т.к. именно отсюда начинается секреция желудочного сока, который отличается более высокой кислотностью и протеолитической активностью.

4. Зона интермедиарных желез — узкая полоса слизистой оболочки между телом и пилорическим отделом желудка. Здесь преобладают добавочные клетки.

5. Пилорическая (антральная) зона — вырабатывает вязкий мукоидный секрет. Эта зона является главным эндокринным образованием, т.к. здесь находится большое количество G-клеток, вырабатывающих гастроинтестинальные гормоны (гастрин).

Регуляция желудочной секреции.

Выработка желудочного сока осуществляется в **три фазы** (Рис. 6):

1) мозговая или сложнорефлекторная;
2) желудочная;
3) кишечная.

Мозговая фаза совпадает с фазами слюноотделения.

В ней также различают условнорефлекторный компонент на вид и запах пищи, и безусловнорефлекторный — с момента раздражения рецепторов слизистой полости рта, глотки, пищевода при попадании пищи в ротовую полость.

Следует отметить, что мозговая фаза обусловлена только нервными (рефлекторными) механизмами, которые оказывают непосредственное влияние на степень возбуждения центра пищеварения продолговатого мозга. Поэтому она является пусковой в пищеварении.

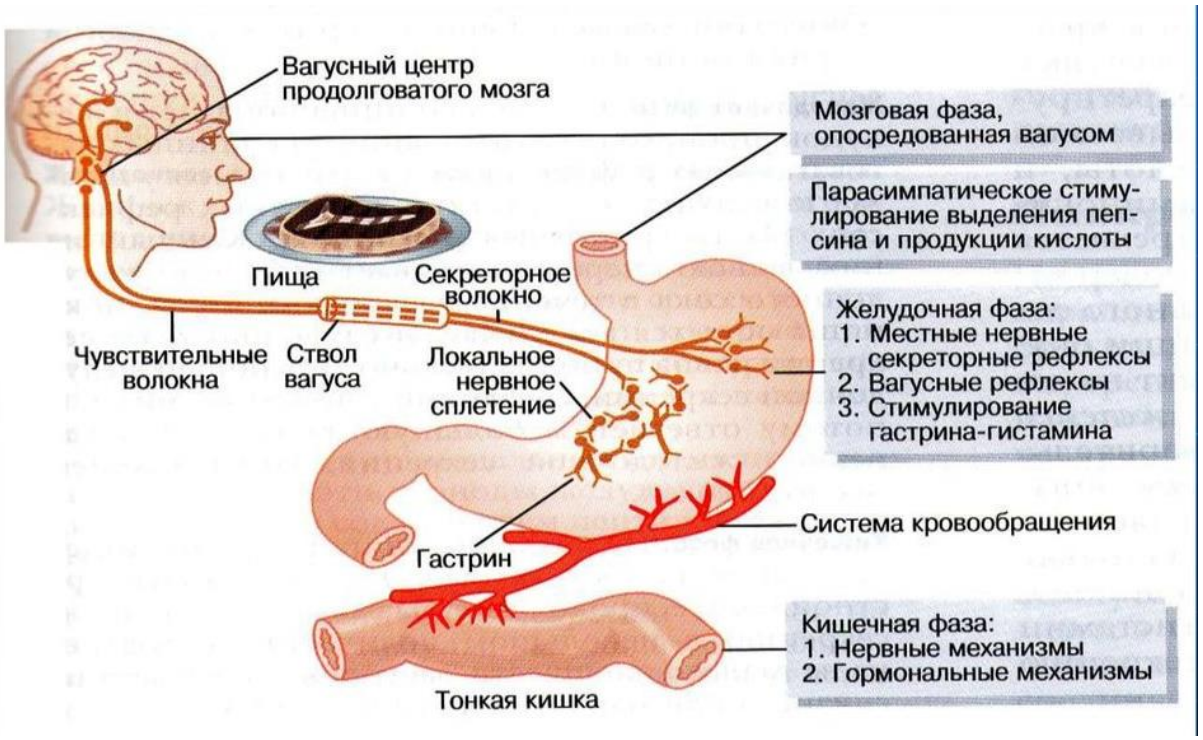

Рис. 6. Фазы желудочной секреции (https://fb.ru).

Желудочная фаза является продолжением мозговой, и она начинается с момента попадания пищевого комка в желудок. Секреция во вторую фазу имеет рефлекторный и гуморальный механизмы. Рефлекторные (нервные) механизмы связаны с раздражения рецепторов (в основном механо- и хеморецепторов)

слизистой оболочки желудка. Далее импульс через центр желудочной секреции передается ядрам блуждающего и симпатических нервов. Блуждающий нерв является основным секреторным нервом, который оказывает стимулирующее влияние на все типы желез. Симпатические нервные волокна, напротив, оказывают тормозное влияние на секреторную деятельность желудка.

Гуморальные механизмы связаны с раздражающим действием химуса на G-клетки пилорической зоны, и выработкой ими гастроинтестинальных гормонов, в частности гастрина, усиливающего секрецию пепсинов и соляной кислоты.

Кишечная фаза начинается с момента поступления химуса в 12-перстную кишку. Эта фаза оказывает в большей степени тормозное влияние на секрецию желудочного сока. Кишечная фаза представлена нервными и гуморальными (преимущественно) механизмами, играющими корригирующую роль.

Кислый химус раздражает рецепторы слизистой оболочки 12-перстной кишки и рефлекторно изменяет желудочную секрецию. Гуморальное влияние связано с выработкой 12-перстной кишкой интестинальных гормонов — секретина, холецистокинин-панкреозимина (ХЦК-ПЗ), которые всасываются в кровь и оказывают свое влияние на выделение желудочного сока: ХЦК-ПЗ тормозит функцию главных клеток желез желудка, секретин — тормозит функцию обкладочных, но стимулирует — главных.

Следует отметить, что в кишечную фазу может наблюдаться не только торможение секреции желудочного сока, но и, наоборот, — стимуляция. Все зависит от состояния химуса, поступившего из желудка в 12-перстную кишку: «неокончательно» переработанный в желудке химус усилит желудочную секрецию.

Если определить долю влияния каждой фазы на желудочную секрецию, то получится, что в мозговую фазу образуется 40% от общего объема желудочного сока, в желудочную — более 50%, в кишечную — менее 10%.

Моторная (двигательная) функция желудка.

С момента приема пищи и ее поступления в желудок, тонус его гладких мышц снижается и желудок растягивается, увеличивая свой объем для посту-

пающей пищи. Этот процесс называется **рецептивная релаксация** и имеет рефлекторное происхождение.

При поступлении твердой пищи стенки желудка плотно охватывают ее и не дают ей опуститься в пилорический отдел. Жидкая пища и желудочный сок обтекают ее снаружи и направляются в пилорический отдел желудка.

Смешивание содержимого желудка с желудочным соком происходит последовательно и послойно. Пропитывание соком и переваривание осуществляется в зоне непосредственного контакта содержимого со слизистой оболочкой желудка. В центральной части содержимого продолжается гидролиз углеводов ферментами слюны, поскольку в этой зоне пока еще отсутствует влияние соляной кислоты. Частично переваренные поверхностные слои, прилегающие к слизистой оболочке, небольшими порциями продвигаются в пилорический отдел желудка. Благодаря такому механизму в зависимости от объема и химического состава содержимое в желудке может задерживаться до 10–12 часов.

Сокращения мышц желудка начинаются через 5–30 минут после приема пищи. Первое сокращение возникает в области большой кривизны рядом с кардиальным отделом (Рис.7). Здесь располагается пейсмекер, задающий ритм. Возникающие перистальтические волны распространяются на область тела желудка и могут достигнуть пилорического отдела до самого сфинктера.

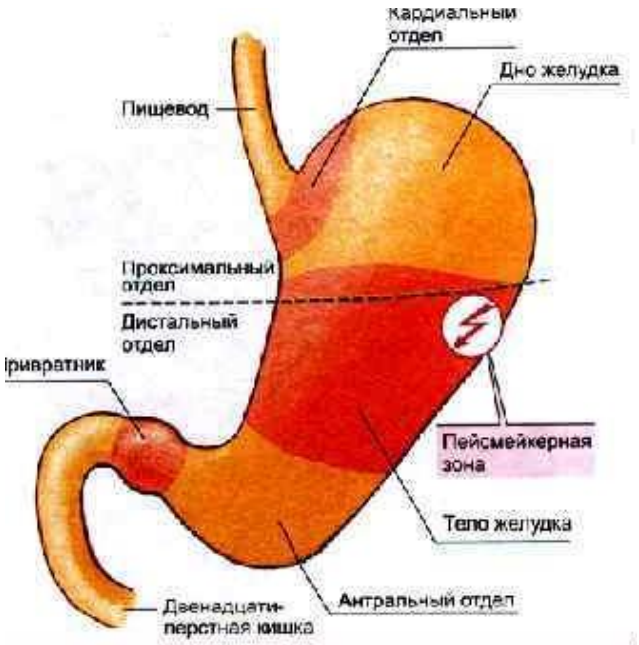

Рис. 7. Пейсмекерная зона желудка (https://cf.ppt-online.org).

Различают **два вида сокращений** мышц наполненного желудка:

- перистальтические;
- тонические.

Оба вида сокращений накладываются на постоянный пластический тонус желудка, выражающийся в постоянном слабом сокращении мышц независимо от степени наполнения желудка.

Перистальтические волны, распространяющиеся от дна к пилорическому отделу, способствуют перемешиванию пристеночного слоя с ферментами и медленному продвижению содержимого в антральную часть желудка. Скорость этих волн составляет 1см/с, а частота 3–4 волны в минуту. Однако волны отличаются по амплитуде. Перистальтическая сила увеличивается примерно через час после приема пищи. Причем высокоамплитудные волны характерны для пилорического отдела. Они способствуют эвакуации содержимого в 12-перстную кишку. При этом в кишку переходит небольшая порция содержимого, а большая часть возвращается в желудок, что приводит к эффективному перемешиванию и измельчению желудочного содержимого, его гомогенизации.

Тонические волны возникают независимо от перистальтических волн. Они тоже отличаются по амплитуде. Тонические сокращения обеспечивают постоянный контакт содержимого со стенкой желудка, улучшая переваривание. Они также участвуют в продвижении желудочного содержимого из фундального отдела в антральный.

Регуляция моторной функции.

Регуляция моторной функции желудка осуществляется нервными и гуморальными механизмами.

Нервные механизмы обеспечиваются парасимпатическим и симпатическим отделами ВНС.

Парасимпатические волокна блуждающего нерва оказывают положительное влияние на моторику желудка: увеличивают частоту и силу сокращений, ускоряют распространение перистальтических волн.

Симпатические волокна, напротив, снижают частоту и амплитуду сокращений, уменьшают скорость перистальтических волн.

Безусловнорефлекторное влияние оказывают раздражения рецепторов ротовой полости, глотки, пищевода (Рис. 8). Жевание повышает тонус мышц желудка, а глотание — снижает. Раздражение механорецепторов самого желудка содержимым усиливает желудочную моторику, что связано не только с центральными, но и местными рефлекторными механизмами. Также существует тормозной энтерогастральный рефлекс — раздражение рецепторов слизистой 12-перстной кишки эвакуированным из желудка химусом, приводит к угнетению моторной функции желудка.

Гуморальные механизмы в основном связаны с влиянием на желудочную моторику гастроинтестинальных гормонов: гастрин, серотонин, гистамин — усиливают моторику, а секретин, холицистокинин — подавляют.

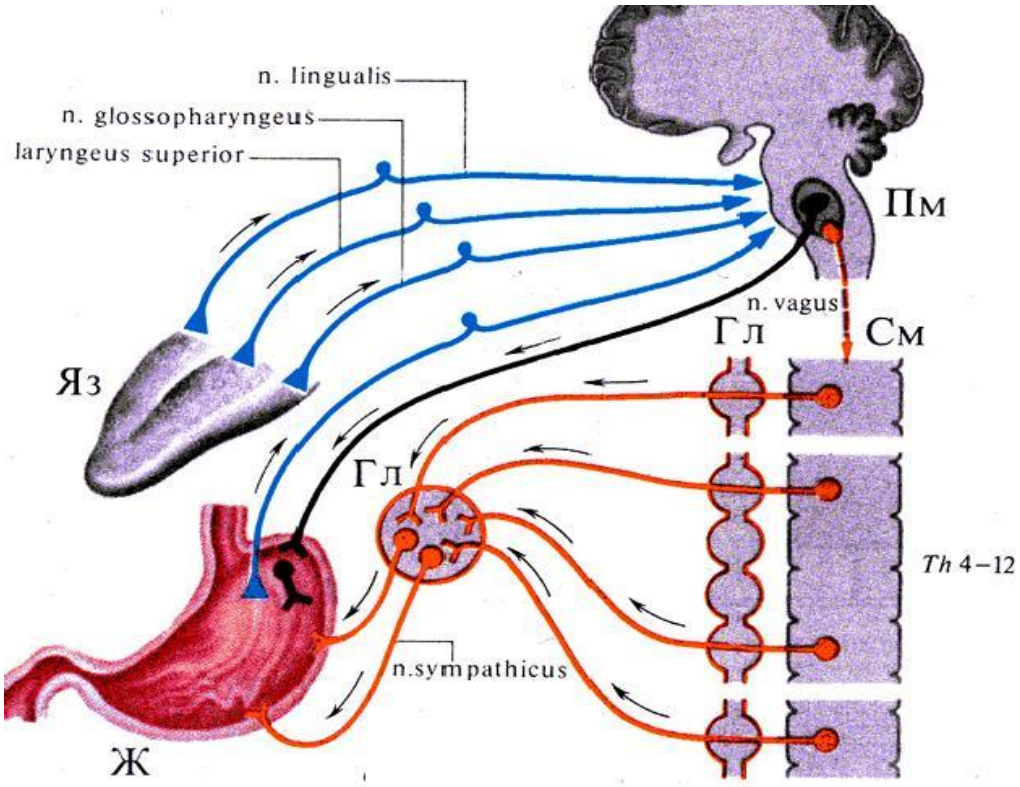

Рис. 8. Рефлекторная регуляция моторики желудка (https://cf.ppt-online.org).

Эвакуация желудочного содержимого.

Скорость эвакуации желудочного содержимого в 12-перстную кишку зависит от многих факторов.

Жидкая часть содержимого эвакуируется быстро, благодаря повышению внутрижелудочного давления, которое создают тонические сокращения мышц тела желудка.

Твердая часть содержимого задерживается в желудке до тех пор, пока не будет измельчена до размера не более 2 мм. Следовательно, продолжительность эвакуации твердой пищи зависит от скорости ее разжижения и размельчения. Переход химуса в 12-перстную кишку осуществляется небольшими порциями по 15–20 мл.

Быстрее всего из желудка эвакуируется углеводная пища, затем — белковая и медленнее всего — жирная пища.

Скорость эвакуации также зависит от объема твердой пищи в желудке: чем ее больше, тем сильнее раздражаются механорецепторы желудка, что усиливает перистальтику и ускоряет переход желудочного содержимого в кишку.

Раздражение кислым желудочным содержимым антрального отдела желудка способствует открытию пилорического сфинктера, а раздражение слизистой кишки этим же кислым химусом вызывает закрытие этого сфинктера — запирательный рефлекс. Последующее ощелачивание химуса панкреатическим, кишечным соками и желчью вызывает рефлекторное усиление моторики желудка и ускорение эвакуации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Значение пищеварения в жизнедеятельности организма, функции пищеварительного тракта.

2. Типы пищеварения (внутриклеточное, полостное, мембранное), основные этапы.

3. Пищеварение в полости рта: механическая и химическая обработка пищи, жевание, регуляция жевания.

4. Слюноотделение, количество, состав и свойства слюны, физиологическое значение, регуляция слюноотделения.

5. Глотание, его фазы, методики изучения, регуляция.

6. Пищеварение в желудке, его роль в пищеварении.

7. Секреторная деятельность желудка, состав и свойства желудочного сока, регуляция секреции желудочных желез, определение переваривающей силы желудочного сока.

8. Кривые отделения желудочного сока на различные пищевые вещества.

9. Моторная и эвакуаторная деятельность желудка, ее регуляция.

10. Методики изучения функций пищеварительного тракта (И.П. Павлов — создатель хронических экспериментальных методик исследования пищеварения).

11. Методики изучения желудочной секреции у животных (фистула желудка, изолированный «желудочек», эзофаготомия).

12. Методики исследования пищеварения у человека, значение для клиники.

13. Современные методы изучения деятельности желудка (рентгенография, электрогастрография, эндорадиозондирование, зондирование).

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ КОНТАКТНАЯ РАБОТА

Темы практических работ:

1. Исследование ферментативных свойств слюны.
2. Качественная реакция на муцин.
3. Влияние желудочного сока на молоко.

Практическая работа № 1

Исследование ферментативных свойств слюны

Цель: выявить роль ферментов слюны в пищеварительной функции организма.

Оснащение занятия: 1% раствор вареного крахмала*, сырой крахмал, раствор Люголя*, реактив Феллинга*, штатив с пробирками, водяная баня, лед, спиртовка, пипетки, маркер.

**Примечание.*

1. *Приготовление крахмального клейстера (вареный крахмал)* — ¼ чайной ложки крахмала размешать в 50 мл холодной воды, после чего понемногу приливать приготовленный раствор к 200 мл кипяченной воды, постоянно помешивая раствор. Затем прокипятить полученный раствор в течение 1 минуты и охладить.

2. *Раствор Люголя* — 0,1 г кристаллического йода и 0,15 г KJ растереть в ступке и добавить 150 мл дистиллированной воды. В качестве реактива на выявление крахмала можно использовать 5% спиртовый раствор йода, разбавленный дистиллированной водой в 8 раз.

3. *Реактив Феллинга* — состоит из двух растворов, которые готовят и хранят отдельно, а перед употреблением смешивают в равных объемах:

– 1-й реактив — 5 г NaOH (или 12,5 г KOH) и 17,5 г (калий-натрий винокислый или сегнетова соль) растворяют в 50 мл дистиллированной воды;

– 2-й реактив — 3,5 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (медный купорос) растворяют в 50 мл дистиллированной воды.

Ход работы: для постановки опыта необходимо около 10 мл слюны человека и слюна собаки.

Слюну собаки берут у подопытных животных с выведенным протоком околоушной слюнной железы.

Слюну человека собирают в пробирки с помощью капсулы Лешли-Красногорского или естественным путем. Можно ополоснуть рот дистиллированной водой 2–3 раза, собирая жидкость в стаканчик, затем собранную жидкость отфильтровывают и используют для опыта.

Для проведения работы берут 5 пронумерованных пробирок. В 4 пробирки добавляют по 2 мл слюны человека, в 5 пробирку — 2 мл слюны собаки. Далее опыт проводят по следующей схеме:

– 1-я пробирка — 2мл слюны человека + 1 мл раствора вареного крахмала;

– 2-я пробирка — 2мл слюны человека + сырой крахмал (на кончике скальпеля);

– 3-я пробирка — 2мл слюны человека (нагреть на спиртовке до кипения, затем охладить) + 1 мл раствора вареного крахмала;

– 4-я пробирка — 2мл слюны человека + 1 мл раствора вареного крахмала;

– 5-я пробирка — 2мл слюны собаки + 1 мл раствора вареного крахмала.

Все пробирки, кроме 4, помещают в водяную баню при температуре 37–38^{o}С, 4-ю пробирку ставят в холодильник или в стакан со льдом. Через 30 минут пробирки вынимают и делят содержимое на две части для проведения качественных реакций.

С одной частью производят реакцию на крахмал, добавляя раствор Люголя. Если в пробирке присутствует крахмал, то при добавлении 1–2 капли раствора Люголя содержимое пробирки приобретает синий цвет.

С другой частью проводят пробу на наличие простых сахаров, добавляя 1–2 мл реактива Феллинга и последующего нагревания пробирки над спиртовкой до кипения. Окрашивание содержимого в буро-красный цвет свидетельствует о наличие продуктов расщепления крахмала ферментами слюны.

Результаты работы и их оформление. Составьте таблицу и внесите в нее результаты проведенного опыта, проанализируйте полученные данные и сделайте вывод о ферментативных свойствах слюны человека.

№ п/п	Содержимое пробирок	Цвет содержимого пробирок	
		Раствор Люголя	Реактив Феллинга

Практическая работа № 2

Качественная реакция на муцин

Цель работы: выявить наличие муцина в исследуемой слюне человека.

Ход работы: к 2 мл слюны человека приливают 1 мл 10% раствора уксусной кислоты и наблюдают за реакцией выпадения муцина в виде белого сгустка.

Результаты работы и их оформление: проанализируйте полученные данные и сделайте вывод о роли муцина в слюне.

Практическая работа № 3

Влияние желудочного сока на молоко

Цель работы: выявить протеолитическую активность желудочного сока и определить оптимальные условия действия фермента ренина.

Оснащение занятия: желудочный сок, молоко, 0,5% раствор соляной кислоты, $CaCO_3$, штатив с пробирками, пипетки, водяная баня, термометр, спиртовка, маркер.

Ход работы: опыт проводят в 4 пронумерованных пробирках по следующей схеме:

- 1-я пробирка — 1 мл желудочного сока + 2 мл молока;
- 2-я пробирка — 1 мл прокипяченного желудочного сока + 2 мл молока;
- 3-я пробирка — 1 мл нейтрализованного желудочного сока (добавить $CaCO_3$) + 2 мл молока;
- 4-я пробирка — 1 мл прокипеченного и нейтрализованного сока +2 мл молока;
- 5-я пробирка — 1 мл соляной кислоты 0,5% + 2 мл молока.

Все пробирки помещают в водяную баню при температуре 40^{o}C на 15 минут.

После чего вынимают пробирки и отмечают наличие эффекта створаживания молока.

Результаты работы и их оформление: результаты опыта занести в таблицу. Сделать вывод, объяснив причину створаживания молока желудочным соком, отметив при каких условиях среды происходит данный процесс.

№ п/п	Содержимое пробирки	Наличие эффекта створаживания

IV. ПИЩЕВАРЕНИЕ В КИШЕЧНИКЕ

Пищеварение в 12-перстной кишке

12-перстную кишку называют центральным звеном пищеварения. Попавший в кишку кислый желудочный химус под влиянием пищеварительных соков ощелачивается, что создает оптимальную среду для дальнейшего гидролиза пищевых веществ.

В полость 12-перстной кишки выделяется три пищеварительных сока: панкреатический, кишечный и желчь.

Панкреатический сок.

Экзокринные элементы поджелудочной железы секретируют панкреатический сок, который через протоки выделяется в полость 12-перстной кишки (Рис. 9). За сутки образуется 1,5–2,5 л сока.

Поджелудочный сок представляет собой бесцветную прозрачную жидкость.

Состав панкреатического сока: 99% — вода, 1% — сухой остаток.

Сухой остаток состоит из неорганических и органических веществ.

Неорганические вещества представлены хлоридами натрия, калия, кальция, магния, сульфатами и фосфатами. Главной особенностью неорганического состава панкреатического сока является высокая концентрация бикарбонатов, которые создают pH равную 7,5–8,8. Такая щелочная реакция обеспечивает нейтрализацию кислого желудочного химуса, прекращение действия желудочных пепсинов и создание оптимальных условий для действия ферментов панкреатического и кишечного соков.

Органические вещества представлены ферментами. В панкреатическом соке содержатся все группы ферментов, которые могут осуществить гидролиз и белков, и жиров, и углеводов.

Основные **протеолитические ферменты**, расщепляющие белки — это трипсиноген и химотрипсиноген (а также карбоксиполипептидаза и эластаза), которые выделяются в виде проферментов. Трипсиноген под влиянием энтеро-

киназы (протеолитический фермент кишечного сока 12-перстной кишки) превращается в активную форму — трипсин. Химотрипсиноген под влиянием трипсина превращается в химотрипсин. Трипсин также активирует и другие протеолитические ферменты.

Основным **амилолитическим ферментом**, гидролизующим углеводы, является панкреатическая α-амилаза. Этот фермент гидролизует полисахариды до дисахаридов (амилозы, мальтозы) и декстринов. Расщепление крахмала, начатое в ротовой полости и желудке энергично продолжается панкреатической α-амилазой и завершается кишечными дисахаридазами.

Основным **липолитическим ферментом** поджелудочного сока, расщепляющим жиры, является панкреатическая липаза. У взрослого человека гидролиз липидов начинается в 12-перстной кишке. Панкреатическая липаза секретируется в активной форме. Гидролизу жиров также способствует желчь, которая эмульгирует их. Уменьшение размеров жировых капель увеличивает сродство фермента к субстрату, в результате липолиз ускоряется.

В составе панкреатического сока содержатся также рибо- и дезоксирибонуклеаза, однако роль этих ферментов в пищеварении невелика.

Регуляция панкреатической секреции.

Секреция панкреатического сока, как и желудочного, протекает в *три фазы.*

1. Мозговая — повышение панкреатической секреции в ответ на условнорефлекторные стимулы и безусловнрефлекторные раздражения слизистой полости рта принятой пищей.

2. Желудочная — повышение панкреатической секреции в ответ на раздражение рецепторов желудка его содержимым.

3. Кишечная (основная) — повышение панкреатической секреции в ответ на поступление химуса в 12-перстную кишку.

Регуляция выработки панкреатического сока осуществляется нервными (рефлекторными) и гуморальными механизмами. Состав и количество секрета зависит от объема и состава пищи.

Главным секреторным нервом поджелудочной железы является блуждающий нерв. Во время приема пищи рефлекторно повышается тонус ядер блуждающих нервов, что приводит к усилению секреции сока. Симпатические волокна чревных нервов, наоборот, затормаживают поджелудочную секрецию. Отделение поджелудочного сока также рефлекторно усиливается при эвакуации кислого желудочного химуса в 12-перстную кишку.

Основными гуморальными стимуляторами панкреатической секреции являются гастроинтестинальные гормоны: гастрин увеличивает сокоотделение, секретин, ВИП (вазоактивный интестинальный пептид) — усиливают выработку бикарбонатов и воды в составе сока, ХЦК-ПЗ — повышает образование панкреатических ферментов.

Секрецию поджелудочной железы также усиливают серотонин, инсулин, бомбезин, соли желчных кислот, соляная кислота. Тормозят — глюкагон, соматостатин, вещество Р, энкефалины, кальцитонин.

Желчь.

Желчь образуется в гепатоцитах непрерывно, т.к. является продуктом метаболизма. Окончательно формируется как пищеварительный сок в желчных протоках и депонируется в желчном пузыре, откуда через желчевыводящие протоки выделяется в 12-перстную кишку (Рис. 9). В сутки образуется примерно 0,5–1,5 л желчи. Представляет собой золотистую жидкость.

Состав желчи: 95–97% воды и 3–5% сухого остатка. В сухом остатке содержатся неорганические и органические вещества.

Неорганические вещества представлены ионами натрия, калия, кальция, хлора. Но важнейшим неорганическим компонентом желчи является бикарбонат, создающий желчи щелочную реакцию — pH 7,3–8.

Основными **органическими компонентами** желчи являются: желчные кислоты, желчные пигменты, холестерин, жирные кислоты, неорганические соли, лецитин.

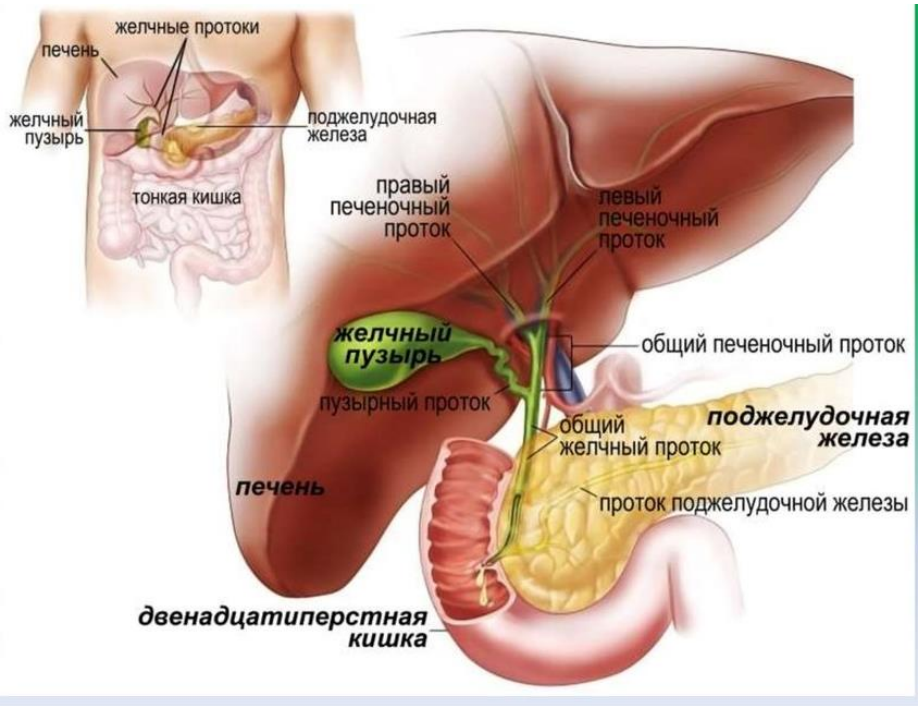

Рис. 9. Желчевыводящие и панкреатический протоки (https://stomach-info.ru).

Следует отметить, что по составу пузырная желчь отличается от печеночной. В желчном пузыре происходит всасывание воды и солей, поэтому пузырная желчь более вязкая, темная и густая. Сухого остатка в ней до 20%. К желчи добавляется слизь желчных протоков и пузыря. Снижается pH до 6,5–6,8.

Значение желчи:

1) эмульгирует жиры, увеличивая их поверхность для гидролиза липазой;
2) повышает активность панкреатических и кишечных ферментов;
3) нейтрализует кислый желудочный химус;
4) инактивирует пепсины;
5) способствует всасыванию жирорастворимых витаминов, аминокислот, холестерина, солей кальция;
6) участвует в пристеночном пищеварении, облегчая фиксацию ферментов на микроворсинках кишки;
7) усиливает моторику кишечника;
8) стимулирует желчеобразование и желчевыделение: желчные кислоты в тонкой кишке всасываются в кровь, по воротной вене достигают печени и

вновь участвуют в холерезе и холекинезе (в сутки кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот составляет 6–10 циклов);

9) тормозит развитие патогенной флоры, предупреждает гнилостные процессы в кишечнике.

Регуляция синтеза желчи.

Как уже отмечалось ранее, желчеобразование (холерез) происходит в печени непрерывно. Желчевыведение (холекинез) связано с приемом пищи. Интенсивность желчеобразования и желчевыведения напрямую зависят от пищевого рациона. Сильными стимуляторами являются молоко, мясо, хлеб, яичные желтки, масло.

Что касается нервной регуляции, то парасимпатические волокна блуждающих нервов усиливают холерез и холекинез, а симпатические — угнетают.

Гуморальными стимуляторами являются секретин, желчные кислоты, гастрин, ХЦК-ПЗ, причем последний становится основным.

Пищеварение в тонкой кишке

Тонкая кишка — это основной химический реактор пищеварительного тракта. Здесь происходит полостное и пристеночное пищеварение, которые заканчивают гидролиз пищевых веществ с последующим всасыванием продуктов гидролиза в кровь и лимфу.

Полостное пищеварение заключается в гидролизе пищевых веществ ферментами пищеварительных соков. Полостное пищеварение обеспечивает гидролиз 50% углеводов и 10 % белков, в результате чего из полимеров образуются олигомеры.

Пристеночное пищеварение осуществляется на ворсинках и микроворсинках слизистой оболочки тонкой кишки. Внешняя поверхность их плазматической мембраны покрыта **гликокаликсом** — мукополисахаридными нитями на которых адсорбированы ферменты панкреатического и кишечного соков, осуществляющие гидролиз олигомеров до димеров (Рис. 10).

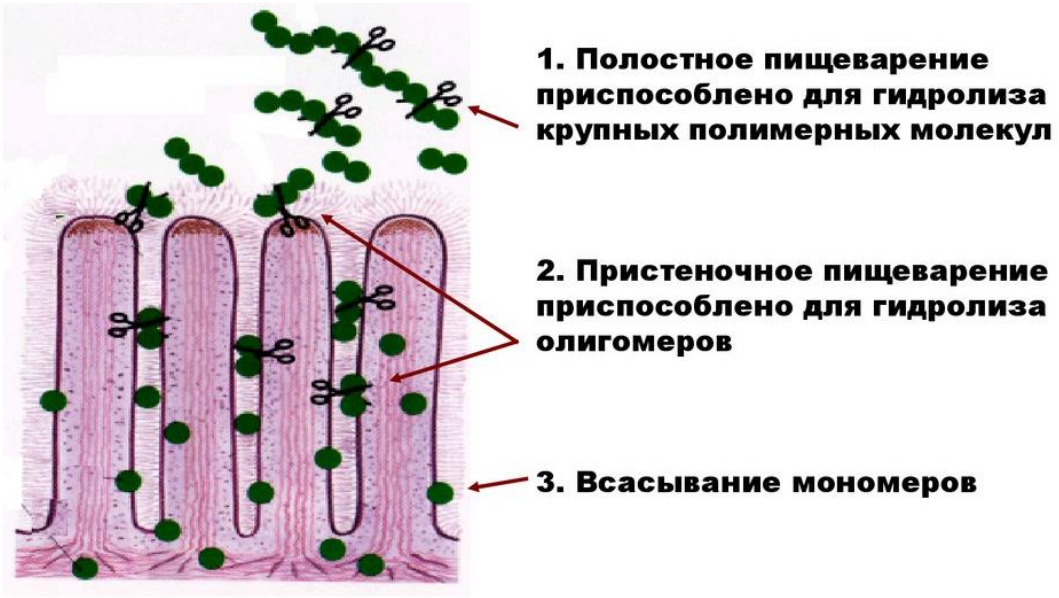

Рис. 10. Пищеварение в тонкой кишке (https://cf.ppt-online.org).

В мембрану же энтероцитов встроены ферменты, которые синтезируются самими энтероцитами. Эти ферменты заканчивают гидролиз, расщепляя димеры до мономеров. Здесь же расположены транспортные системы, обеспечивающие всасывание мономеров, воды и электролитов в кровь и лимфу (Рис. 11).

Рис. 11. Всасывание продуктов гидролиза пищевых веществ (https://present5.com).

Секреторная деятельность тонкой кишки.

Кишечный сок вырабатывается железами слизистой оболочки тонкой кишки на всем ее протяжении. За сутки вырабатывается 2,5 л кишечного сока. Он представляет собой мутную вязкую жидкость.

Состав кишечного сока: 98% воды и 2% сухого остатка. В сухом остатке различают неорганические и органические вещества.

Неорганические вещества представлены хлоридами, бикарбонатами, фосфатами, ионами натрия, калия, кальция, которые создают щелочную реакцию (pH 7,2–7,5), а при усилении секреции до 8,6–9,3.

Органические вещества представлены белками, аминокислотами, мочевиной, мочевой кислотой. В кишечном соке более 20 различных ферментов, участвующих в кишечном пищеварении: протеазы, пептидазы, нуклеазы, амино-, дипептидазы, липазы, фосфолипазы, амилаза, мальтаза, лактаза, энтерокиназа и др. В составе кишечного сока также содержится слизь, вырабатываемая бокаловидными клетками, которая образует защитный слой и предохраняет слизистую оболочку от повреждений.

Регуляция кишечной секреции.

Наряду с нервными и гуморальными механизмами регуляции кишечной секреции, ведущая роль принадлежит местным механизмам.

Возбуждение парасимпатических волокон блуждающих нервов увеличивает выработку ферментов тонкой кишки, не влияя на количество отделяемого сока. Возбуждение симпатических нервных волокон, наоборот, уменьшает кишечную секрецию.

Гуморальная регуляция — дуокринин и энтерокринин, вырабатываемые в слизистой оболочке тонкой кишки, ВИП, мотилин, гормоны коры надпочечников (кортизол и дезоксикортикостерон) стимулируют секрецию кишечного сока, а соматостатин оказывает тормозное влияние.

Местные механизмы регуляции связаны с механическим раздражением слизистой оболочки тонкой кишки химусом, что вызывает увеличение секре-

ции жидкой части сока, а воздействие продуктов переваривания пищевых веществ, способствует усиленной выработке ферментов кишечного сока.

Моторная функция тонкой кишки.

Моторика тонкой кишки способствует гидролизу и всасыванию питательных веществ. Она происходит в результате координированных сокращений циркулярного и продольного слоев мышц, образующих стенку кишки.

Различают несколько типов сокращений (Рис. 12).

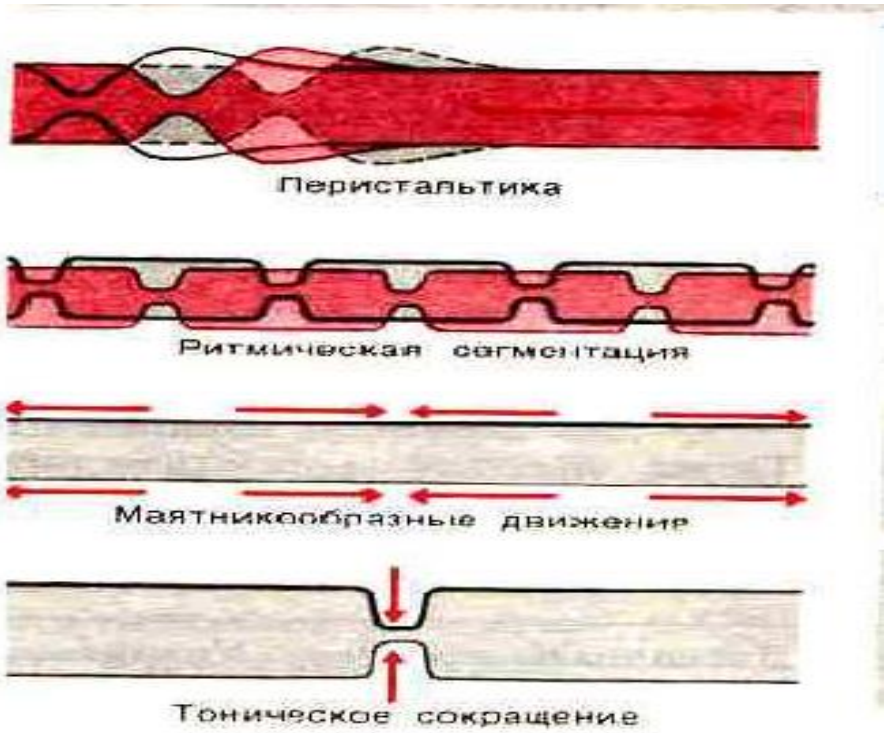

Рис. 12. Типы сокращений тонкой кишки (http://5biologiya.net).

1. Перистальтические сокращения (Рис. 13.) представляют собой волнообразно распространяющееся по кишке одновременное сокращение продольных и кольцевых мышц. Сокращение кольцевых мышц проксимального участка кишки продвигает химус в одновременно расширенный за счет продольных мышц дистальный участок кишки.

Таким образом перистальтические сокращения способствуют продвижение химуса в дистальном направлении. Одновременно по кишке продвигаются несколько перистальтических волн. Их скорость 0,2–2 см/с. Чаще всего пери-

стальтические волны зарождаются в 12-перстной кишке в момент эвакуации желудочного содержимого.

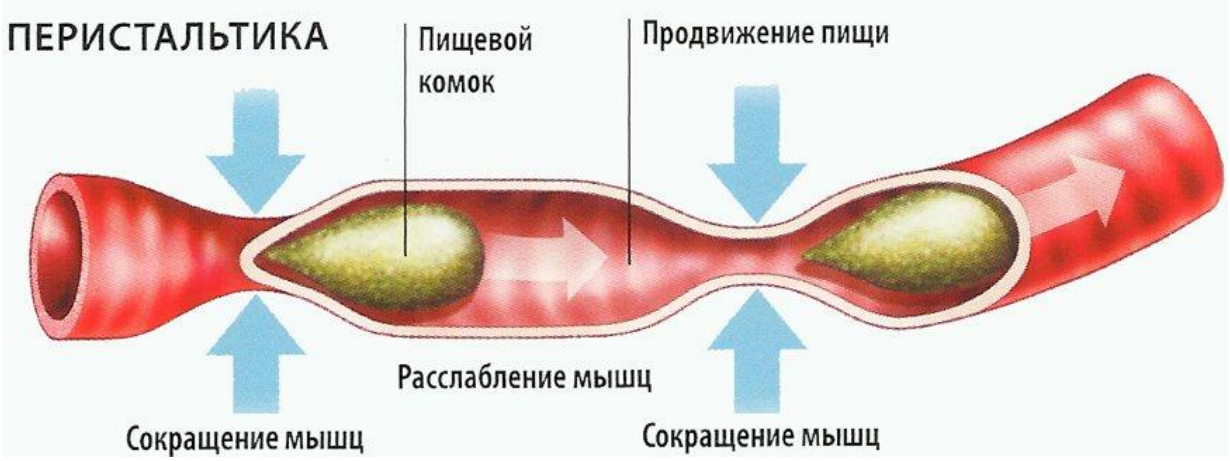

Рис. 13. Перистальтические сокращения кишки (https://bolvkishkah.com).

2. Ритмическая сегментация возникает в результате одновременного сокращения кольцевых мышц в нескольких соседних участках кишки с последующим их расслаблением, и сокращением мышц следующих участков, ранее находившихся в расслабленном состоянии. Ритмическая сегментация разделяет кишку на сегменты, способствуя растиранию химуса и перемешиванию его с пищеварительными соками.

3. Тонические сокращения имеют локальный характер или распространяются с очень маленькой скоростью. Тонические сокращения обусловлены исходным базальным тонусом гладких мышц кишки. Они сужают просвет кишки, сдавливают химус, и тем самым, повышают внутрикишечное давление.

4. Маятникообразные сокращения возникают в результате последовательного сокращения продольных и кольцевых мышц кишки, что перемещает содержимое вперед и назад. Такой тип сокращений перемешивает химус с пищеварительными соками.

Регуляция моторики тонкой кишки.

Моторика тонкой кишки регулируется миогенными, нервными и гуморальными механизмами. Миогенные механизмы являются основополагающими и на них наслаиваются нервные и гуморальные механизмы. Гладкомышечные

клетки, образующие мышечную оболочку стенки кишки, способны к **автоматии**, а их адекватным раздражителем для сокращения является **растяжение** содержимым, т.е. химусом.

Большая роль принадлежит местным рефлекторным реакциям, связанных с деятельностью метасимпатического отдела ВНС.

Парасимпатические влияния преимущественно усиливают перистальтику тонкой кишки, а симпатические — тормозят.

Существует закон рефлекторной регуляции моторной деятельности ЖКТ (**«закон кишки»**): адекватное раздражение любого участка ЖКТ, т.е. переполнение его химусом, вызывает усиление моторно-эвакуаторной деятельности нижележащих отделов и одновременно тормозит моторику вышерасположенных.

Гуморальные факторы: серотонин, мотилин, гастрин, ХЦК-ПЗ, гистамин, вазопрессин, окситоцин, вещество Р, брадикинин усиливают моторику тонкой кишки, а секретин, ВИП — тормозят.

Пищеварение в толстой кишке

В толстой кишке завершаются процессы переваривания, всасывается вода, синтезируются некоторые витамины и формируются каловые массы.

Железами слизистой оболочки толстой кишки выделяется небольшое количество сока (около 250 мл в сутки). Этот сок состоит из:

- 98% воды;
- 2% сухого остатка.

Сухой остаток поровну поделен между неорганическими и органическими веществами.

Неорганические вещества придают соку щелочную реакцию (pH составляет 8,5–9).

В составе органических веществ содержится большое количество слизистых веществ и небольшое количество ферментов: щелочная фосфатаза, амилаза, пептидаза, липаза. Содержащаяся слизь облегчает продвижение каловых масс.

Регуляция сокоотделения в толстой кишке осуществляется в основном местными механизмами.

Особенностью пищеварения толстой кишки является присутствие в ней большого количества **микроорганизмов**, которые составляют 30–50% сухого вещества каловых масс (Рис. 14).

Микрофлора толстой кишки представлена тремя группами микроорганизмов:

1) *главная* — около 90% — аэробные микроорганизмы (бифидобактерии и бактероиды);

2) *сопутствующая* — около 10% — анаэробные микроорганизмы (лактобактерии, эшерихии, энтерококки);

3) *остаточная* — не более 1% — является условно патогенной флорой (протеи, дрожжи, клостридии, стафилококки, бациллы и др.).

Рис.14. Микрофлора толстой кишки (https://cf.ppt-online.org).

Значение микрофлоры.

1. Синтезирует витамины группы В и К, которые всасываются в толстой кишке.
2. Синтезирует аминокислоты и биологические активные вещества, влияющие на тонус кишечной стенки, всасывание воды и аминокислот.
3. Предотвращает размножение и развитие патогенных микроорганизмов.
4. Инактивирует ферменты пищеварительных соков.
5. Расщепляет непереваренную растительную клетчатку (в толстой кишке бактериями расщепляется до 40% клетчатки).
6. Расщепляет (разлагает) остатки пищевых веществ.
7. Вырабатывает естественный иммунитет.

Моторная функция толстой кишки.

Мышечная оболочка стенки толстой кишки, сокращаясь, осуществляет несколько видов движений.

1. Маятникообразные способствуют перемешиванию содержимого и всасыванию воды.

2. Перистальтические возникают редко и существенной роли в продвижении каловых масс не имеют.

3. Антиперистальтические создают дистально-проксимальный градиент давления, что приводит к ретроградному (обратному) перемещению содержимого. В результате происходит всасывание воды и сгущение каловых масс.

4. Пропульсивные сокращения (масс-сокращения) способствуют быстрому продвижению каловых масс на достаточно большое расстояние. Они возникают 1–3 раза в сутки после еды (желудочно-ободочный рефлекс) в результате скопления плотного содержимого в поперечной ободочной кишке.

5. Тонические волны продолжительностью до 5 минут.

Регуляция моторики толстой кишки.

Регуляция моторной функции толстой кишки осуществляется преимущественно местными механизмами, связанными с метасимпатическим отделом ВНС. Механические и химические раздражители содержимого повышают дви-

гательную активность и ускоряют продвижение каловых масс. Поэтому, чем больше в пище клетчатки, которая не расщепляется ферментами пищеварительных соков, тем выраженнее моторная активность толстой кишки.

В стимуляции моторной деятельности толстой кишки существенную роль также играют условно- и безусловнорефлекторные механизмы, возникающие во время приема пищи.

Раздражение механорецепторов прямой кишки вызывает рефлекторное торможение моторики вышележащих отделов кишечника, что возникает при переполнении прямой кишки и ограничивает дальнейшее поступление в ее просвет каловых масс.

Симпатические нервные волокна чревных нервов тормозят моторику толстой кишки, парасимпатические, идущие в составе блуждающих и тазовых нервов — усиливают.

Кортизон, гастрин, ХЦК-ПЗ оказывают стимулирующее влияние на моторику, а серотонин, адреналин, глюкагон, секретин — тормозное.

Заканчивается процесс пищеварения **дефекацией** — опорожнением толстой кишки от каловых масс.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Пищеварение в тонкой кишке, в том числе в двенадцатиперстной.
2. Состав и свойства поджелудочного сока, механизмы адаптации его секреции к различным пищевым веществам, регуляция панкреатической секреции.
3. Функции печени, состав и свойства желчи, значение в пищеварении, желчеобразование и желчевыделение, их регуляция.
4. Кишечная секреция, состав и свойства кишечного секрета, регуляция кишечной секреции, полостной и мембранный (А.М. Уголев) гидролиз питательных веществ.
5. Моторная деятельность тонкой кишки, регуляция, значение для пищеварения.

6. Пищеварение в толстой кишке, значение микрофлоры и газа в кишечнике, моторика толстой кишки, дефекация.

7. Всасывание различных веществ в отделах пищеварительного тракта, его механизмы, регуляция всасывания.

8. Физиологические основы голода и насыщения.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ КОНТАКТНАЯ РАБОТА

Темы практических работ:

1. Влияние желчи на жиры.

2. Качественные реакции на наличие желчных кислот и желчных пигментов.

Практическая работа № 1

Влияние желчи на жиры

Цель работы: выявить особенности влияния желчи на жиры.

Оснащение занятия: желчь, растительное масло, дистиллированная вода, штатив с пробирками, стеклянные воронки, фильтровальная бумага.

Ход работы: проводят исследование влияния желчи на процессы фильтрации и эмульгирования жира:

1. Влияние желчи на фильтрацию жира.

В две стеклянные воронки помещают бумажные фильтры и смачивают один фильтр дистиллированной водой, а другой — желчью. Устанавливают воронки в пробирки, стоящие в штативе и в каждую воронку наливают по 2 мл растительного масла. Через 40–45 минут определяют, в какой из пробирок оказался профильтровавшийся жир.

2. Эмульгирование жиров.

Берут две пробирки и приливают в одну 2–3 мл дистиллированной воды, а в другую — 2–3мл желчи. Затем в каждую пробирку наливают 1 мл растительного масла. Содержимое пробирок перемешивают и рассматривают распределение жировых капель в двух жидкостях.

Результаты работы и их оформление: определите и запишите результаты фильтрации растительного масла через фильтры, смоченные разными жидкостями, а также отметьте как распределяется жир в воде и в желчи. На основании полученных результатов объясните влияние желчи на процесс переваривания жиров.

Практическая работа № 2
КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА НАЛИЧИЕ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ И ЖЕЛЧНЫХ ПИГМЕНТОВ

Цель работы: провести клинико-лабораторные тесты на наличие компонентов желчи: кислот и пигментов.

Оснащение занятия: штатив с пробирками, желчь, концентрированная серная кислота (H_2SO_4) , концентрированная азотная кислота (HNO3), азотистая кислота (HNO_2), 10% раствор сахара.

Ход работы:

1. *Реакция на желчные кислоты (гликохолевая, таурохолевая).*

В пробирку с 0,5 мл желчи добавить 5–6 капель 10% раствора сахара и осторожно прилить 2 мл H_2SO_4 (конц.). При смешивании жидкостей появляется характерное вишнево-красное окрашивание.

2. *Реакция Гмелина на желчные пигменты.*

В пробирку налить по 1мл азотной и азотистой кислот, затем осторожно прилить 1 мл желчи, избегая смешивания жидкостей. На границе раздела двух жидкостей появляется ряд разноцветных колец (от зеленого до оранжево-красного цвета), которые свидетельствуют о разной степени окисления билирубина.

Примечание: при отсутствии азотистой кислоты на границе двух жидкостей появиться только кольцо зеленого цвета, свидетельствующее о наличии пигмента биливердина.

Результаты работы и их оформление: оценить полученные результаты исследований, отметив положительную или отрицательную качественную реакцию при определении компонентов исследуемой желчи. Объяснить значение данных компонентов желчи на процессы пищеварения в тонком кишечнике.

V. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЖКТ

В экспериментальной физиологии широко используются **фистульные методы**, разработанные В.А. Басовым, Тири, Вейлом, Гейденгайном, И.П. Павловым. В клинической практике для исследования секреторной и моторной функции пищеварительной системы используются следующие инструментальные и биохимические методы:

1) при изучении пищеварения в полости рта:

– *капсулы Лешли-Красногорского* — капсулы, позволяющие раздельно собирать слюну околоушной, подчелюстной и подъязычной желез;

– *реография слюнных желез* — позволяет оценить интенсивность кровообращения в данной железе;

– *гнатодинамометрия* — позволяет определить максимальное давление, которое могут развивать жевательные мышцы при максимальном сжимании челюстей, а также выносливость пародонта на зубах фронтальной и жевательной групп;

– *мастикациография* — регистрация движений нижней челюсти во время жевания;

– *Миоэлектромастикациография* — регистрация электрической активности жевательных мышц во время процесса жевания;

2) для оценки акта глотания:

– *рентгеноскопия;*

– *рентгенография;*

– *баллонография* — введение баллона в пищевод и регистрация давления в данном баллоне, регистрация давления в различных участках пищевода с помощью многоканального зонда;

3) при изучении пищеварения в желудочно-кишечном тракте:

– *зондирование желудка* — позволяет исследовать интенсивность выделения желудочного сока при парентеральном введении химических стимуляторов желудочного сокоотделения — гистамина, инсулина, пентагастрина;

– *зондирование 12-перстной кишки* на фоне введения сернокислой магнезии для исследования *желчевыведения* — производят сбор трех порций желчи (порция А — пузырная, порция В — смешанная, порция С — печеночная желчь);

– *исследование желчевыделения на фоне стимул*яции оливковым маслом и яичным желтком;

– определение *с помощью зондов или радиозондов* давления, температуры и pH в желудочно-кишечном тракте;

– *радиоимунный способ* определения в крови гормонов энтериновой системы — гастрина, секретина, панкреазимина и т.д.;

– *беззондовые методы* оценки функции ЖКТ — *метод Сали* или десмоидная проба, при которой определяют pH и активность пепсина;

– *определение в крови и моче ферментов ЖКТ*: на основании определения плазмопепсиногена в крови или уропепсиногена, пепсиногенов или других ферментов в моче делается вывод о продукии пепсиногенов в желудочно-кишечном тракте;

– *ациодотест, гастротест* — используются таблетки ионно-обменной смолы. Попадая в желудок, под влияние соляной кислоты из таблетки вытесняется легко всасываемый компонент, который затем определяют в крови или моче больного;

– *оценка гидролиза и всасывания* — в клинической практике применяют биохимические методы определения веществ при даче исходных продуктов. Например, определение в крови изменения содержания сахара при даче крахмала или дисахаридов. Введение меченых продуктов, в частности, казеина, альбумина, метионина и других веществ и определение радиактивности в моче или крови. В эксперименте — методика вивидиффузии по Е.Лондону;

– *зондовый метод оценки гидролиза и всасывания* — в просвет кишки вводят обтурационный зонд, содержащий баллончик, который надувают, отделяя данный отдел кишечника от других. В образовавшуюся полость вводят исследуемое вещество, которое подвергается гидролизу. Затем анализируют состав химуса;

– *баллонные методики*, при которых баллон вводится в соответствующий отдел желудочно-кишечного тракта и регистрируется сократительная деятельность данного отдела;

– *электрогастрография* — регистрация электрической активности гладких мышц желудка (или кишечника) с помощью наружного отведения электрической активности с поверхности кожи;

– *эндоскопия* — наиболее широко применяемый метод в гастроэнтерологии, особенно для выявления морфологических изменений слизистой оболочки желудка, двенадцатиперстной кишки, толстого кишечника;

– *гастроскопия (или эзофагогастродуоденоскопия) — ЭГДС* — осмотр желудка с помощью эндоскопа. Позволяет детально рассмотреть внутреннюю поверхность органа, произвести цифровую видеозапись процесса и провести дополнительные исследования (биопсия и определение кислотности желудочного сока);

– *рентгеноскопия пищевода, желудка, кишечника* — для изучения состояния слизистых оболочек и диагностирования нарушений в их функционировании;

– *УЗИ* — метод основан на регистрации отраженных ультразвуковых волн, при этом для каждого органа подбираются определенные частоты, при которых они лучше видны. Данные метод широко применяется для диагностики заболеваний печени, желчного пузыря, поджелудочной железы, редко применяют для исследования полых органов ЖКТ — желудка и кишечника.

В целом инструментальные методы исследования ЖКТ включают в себя рентгенологические, эндоскопические, ультразвуковые, электрографические и электрометрические способы обследования пациентов. Каждый из данных методов исследования позволяет оценить конкретные особенности структуры (морфологии) или функции изучаемого органа.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Контрольные вопросы для самоподготовки к итоговому занятию по разделу «Физиология пищеварения»

1. Значение пищеварения в жизнедеятельности организма, функции пищеварительного тракта.
2. Типы пищеварения (внутриклеточное, полостное, мембранное), основные этапы.
3. Пищеварение в полости рта: механическая и химическая обработка пищи, жевание, регуляция жевания.
4. Слюноотделение, количество, состав и свойства слюны, физиологическое значение, регуляция слюноотделения.
5. Глотание, его фазы, методики изучения, регуляция.
6. Пищеварение в желудке, его роль в пищеварении, секреторная деятельность желудка, состав и свойства желудочного сока, регуляция секреции желудочных желез, определение переваривающей силы желудочного сока.
7. Кривые отделения желудочного сока на различные пищевые вещества.
8. Моторная и эвакуаторная деятельность желудка, ее регуляция.
9. Методики изучения функций пищеварительного тракта (И.П. Павлов — создатель хронических экспериментальных методик исследования пищеварения).
10. Методики изучения желудочной секреции у животных (фистула желудка, изолированный «желудочек», эзофаготомия).
11. Методики исследования пищеварения у человека, значение для клиники.
12. Современные методы изучения деятельности желудка (рентгенография, электрогастрография, эндорадиозондирование, зондирование).
13. Пищеварение в тонкой кишке, в том числе в двенадцатиперстной.
14. Состав и свойства поджелудочного сока, механизмы адаптации его секреции к различным пищевым веществам, регуляция панкреатической секреции.
15. Функции печени, состав и свойства желчи, значение в пищеварении, желчеобразование и желчевыделение, их регуляция.

16. Кишечная секреция, состав и свойства кишечного секрета, регуляция кишечной секреции, полостной и мембранный (А.М. Уголев) гидролиз питательных веществ.

17. Моторная деятельность тонкой кишки, регуляция, значение для пищеварения.

18. Пищеварение в толстой кишке, значение микрофлоры и газа в кишечнике, моторика толстой кишки, дефекация.

19. Всасывание различных веществ в отделах пищеварительного тракта, его механизмы, регуляция всасывания.

20. Физиологические основы голода и насыщения.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Для оценки сформированности компетенций (ОК-1, ОК-5, ОПК-9) предлагаются данные тестовые задания.

Выберите один правильный ответ.

1. В ПОЛОСТИ РТА ПРОИСХОДИТ

1) начальная механическая и химическая обработка пищи
2) начальный гидролиз белков до стадии альбуминов и пептонов с образованием некоторого количества аминокислот
3) механическая и химическая переработка пищи до состояния пригодности ее к всасыванию и усвоению организмом

2. ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЯЕТСЯ

1) небольшое количество слюны с богатым содержанием органических веществ и небольшим содержанием солей
2) обильная слюна с богатым содержанием солей и малым содержанием органических веществ

3. ЦЕНТР СЛЮНООТДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕН

1) в промежуточном мозге
2) в продолговатом мозге
3) в латеральных ядрах гипоталамуса
4) в боковых рогах верхних грудных сегментов спинного мозга

4. РЕЦЕПТОРЫ РЕФЛЕКСА ГЛОТАНИЯ РАСПОЛОЖЕНЫ

1) в слизистой оболочке гортани
2) в слизистой оболочке корня языка и глотки
3) в слизистой твердого неба

5. ОКОЛОУШНЫЕ СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ ИННЕРВИРУЮТСЯ

1) тройничным нервом
2) лицевым нервом
3) блуждающим нервом
4) языкоглоточным нервом

6. ПЕРВАЯ ФАЗА ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ

1) сложно-рефлекторная
2) нервно-гуморальная
3) привратниковая

7. ВТОРАЯ ФАЗА ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ

1) сложно-рефлекторная
2) нервно-гуморальная
3) привратниковая

8. ЖЕЛУДОК ПОМИМО ПИЩЕВАРЕНИЯ, УЧАСТВУЕТ В ЭРИТРОПОЭЗЕ, ПОТОМУ ЧТО СИНТЕЗИРУЕТ

1) реннин
2) фактор Кастла
3) гистамин

9. ВЛИЯНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ, ИДУЩЕГО ПО ЭФФЕРЕНТНЫМ ВОЛОКНАМ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА, НА МОТОРИКУ ЖЕЛУДКА

1) увеличивает ритм и силу сокращений, скорость перистальтической волны, ускоряет эвакуацию желудочного содержимого
2) уменьшает ритм и силу сокращений, скорость распространения перистальтической волны

10. УСЛОВИЯ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ОТКРЫТИЮ ПИЛОРИЧЕСКОГО СФИНКТЕРА ЖЕЛУДКА

1) наличие кислой среды в пилорическом отделе желудка и щелочной среды в 12-перстной кишке
2) наличие щелочной среды в пилорическом отделе желудка и кислой среды в 12-перстной кишке
3) наличие щелочной среды как в пилорическом отделе желудка, так и в 12-перстной кишке
4) наличие кислой среды в пилорическом отделе желудка и в 12-перстной кишке

11. РЕАКЦИЯ (РН) ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА СОСТАВЛЯЕТ

1) 7,8–8,4
2) 1,5–2,0
3) 3,5–4,0

12. ВСЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, НАЧИНАЯ ОТ НАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ДО КОНЕЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕВАРИВАНИЯ, РАСЩЕПЛЯЮТСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ

1) желудочного сока
2) кишечного сока
3) поджелудочного сока
4) желчи

13. СЛАБОЩЕЛОЧНУЮ РЕАКЦИЮ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА ОБЕСПЕЧИВАЮТ

1) бикарбонаты
2) хлориды
3) фосфаты
4) сульфаты

14. ФЕРМЕНТАМИ, ФИКСИРОВАННЫМИ НА КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПИЩЕВАРЕНИЕ

1) контактное
2) внутриклеточное
3) дистантное

15. ГОРМОНАМИ, ВЫДЕЛЯЕМЫМИ ПАНКРЕАС, КАК ЖЕЛЕЗОЙ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ ЯВЛЯЮТСЯ

1) трипсин, хемотрипсин
2) секретин, холецистокинин-панкреозимин
3) глюкагон, инсулин

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Для оценки сформированности компетенций (ОК-1, ОК-5, ОПК-9) предлагаются данные ситуационные задачи.

ЗАДАЧА № 1.

В клинику поступил пациент А. для проведения тонзилэктомии (удаление глоточных миндалин). Перед операцией ему провели анестезию корня языка и задней стенки глотки.

Вопросы:

1. Для чего это было сделано?

2. Объясните физиологический смысл данной манипуляции помимо анестезии?

ЗАДАЧА № 2.

Обучающийся В. сдает экзамен. Через некоторое время он почувствовал учащение пульса и пересыхание слизистой полости рта.

Вопросы:

1. Почему это произошло?

2. Как в этих условиях происходит регуляция слюноотделения?

ЗАДАЧА № 3.

В клинике пациенту Б. проводили зондирование желудка с целью взятия пробы желудочного сока. Однако во время данной манипуляции у пациента возник рвотный рефлекс, и проведение данного исследования стало невозможным.

Вопросы:

1. Почему возник рвотный рефлекс?

2. Какую необходимую процедуру нужно провести для устранения рвотного рефлекса?

ЗАДАЧА № 4.

На приеме у врача пациент К. пожаловался на постоянную слабость и головокружения. Анализ крови показал наличие B_{12}-дефицитной анемии. Из анамнеза стало известно, что больной перенес операцию по удалению желудка.

Врач предположил, что возможной причиной развившейся анемии стала перенесенная операция.

Вопросы:

1. Верно ли предположение врача?

2. Объясните причину развития B_{12}-дефицитной анемии?

ЗАДАЧА № 5.

В приемный покой на скорой помощи был доставлен мужчина М. с приступом печеночной колики. Для снятия приступа ему ввели препарат, блокирующий М-холинорецепторы?

Вопросы:

1. Как называется эта группа препаратов?

2. Объясните механизм действия этих препаратов?

ЗАДАЧА № 6.

Как известно, высокая кислотность желудочного сока является важным условием эффективного пищеварения в желудке. У больного Р. был удален пилорический отдел желудка, после чего у него снизилась кислотность желудочного сока.

Вопросы:

1. Объясните, почему это произошло?

2. Почему в желудке кислая среда?

ЗАДАЧА № 7.

При проведении опыта в одну пробирку с фибрином налили желудочный сок, а в другую пробирку с фибрином прилили 0,5% раствор соляной кислоты. Затем обе пробирки на 30 минут поставили в термостат.

Вопросы:

1. Что произойдет с фибрином в пробирке с желудочным соком?

2. Что произойдет с фибрином в пробирке с соляной кислотой?

ЗАДАЧА № 8.

В клинике для уточнения диагноза и выявления причин стеноза (сужения) привратника желудка пациенту Д. ввели раствор атропина, который является блокатором М-холинорецепторов. Стеноз может быть вызван гипертонусом мышц, либо рубцовыми изменениями стенки привратника.

Вопросы:

1. Какой эффект будет наблюдаться после введения атропина в случае гипертонуса мышц?

2. Какой эффект будет наблюдаться после введения атропина в случае рубцовых изменений стенки привратника?

ЗАДАЧА № 9.

Подопытному животному в эксперименте в 12-перстную кишку ввели дополнительную порцию соляной кислоты.

Вопросы:

1. Как изменится секреция панкреатического сока?

2. Объясните механизм полученных изменений?

ЗАДАЧА № 10.

У пациента В. в области головки поджелудочной железы обнаружена гастринома — опухоль, вырабатывающая гастрин.

Вопросы:

1. Что такое гастрин и где в норме он образуется?

2. Какое характерное изменение желудочного содержимого будет сопровождать это заболевание?

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ
К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ И СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

Эталоны ответов к тестовым заданиям

Вопрос	Ответ	Вопрос	Ответ	Вопрос	Ответ
1	2	**6**	1	**11**	1
2	1	**7**	2	**12**	3
3	2	**8**	2	**13**	1
4	2	**9**	1	**14**	1
5	4	**10**	1	**15**	3

Эталоны ответов к ситуационным задачам

Задача № 1.

1. Чтобы избежать непроизвольного глотания.

2. Корень языка и задняя стенка глотки являются рефлексогенной зоной глоточной (непроизвольной) фазы глотания. Механическое раздражение этой области вызывает непроизвольное глотание. Анестезия данной области тормозит эту реакцию.

Задача № 2.

1. Обучающийся разволновался. В результате сильного эмоционального переживания возбуждается симпатический отдел вегетативной нервной системы, а также происходит выброс в кровь большого количества гормона адреналина из мозгового вещества надпочечников. В результате изменяется не только деятельность сердца, но и процесс слюноотделения.

2. Симпатический отдел ВНС и симпатоадреналовая регуляция оказывают тормозящее влияние на слюноотделение, что сопровождается выделением малого количества густой и вязкой слюны.

Задача № 3.

1. Рвотный рефлекс возникает при раздражении корня языка, мягкого неба и задней стенки глотки, так как данные области являются рефлексогенной зоной рвотного рефлекса.

2. Чтобы временно заблокировать данный рефлекс достаточно воздействовать на рецептивное поле рефлекса любым местным анестетиком, например, дикаином.

Задача № 4.

1. Да, врач прав, что причиной развития анемии стала операция по удалению желудка.

2. Париетальные клетки желудка, наряду с соляной кислотой, вырабатывают фактор Кастла. Данный гликопротеид является антианемическим фактором, который необходим для всасывания витамина B_{12} в дистальном отделе подвздошной кишки. При дефиците данного витамина нарушается формирование нормальных эритроцитов. Поэтому после удаления желудка отсутствие фактора Кастла может привести к развитию B_{12}- дефицитной анемии.

Задача № 5.

1. Эта группа препаратов называется М-холиноблокаторы.

2. Положительное влияние на моторную деятельность желчного пузыря и желчевыводящих путей оказывает блуждающий нерв, который в своих окончаниях выделяет ацетилхолин. Ацетилхолин взаимодействует с М-холинорецепторами гладкомышечных клеток, иннервируемых вагусом. Блокада этих рецепторов лекарственным препаратом предотвратит спазмы.

Задача № 6.

1. Снижение кислотности желудочного сока связано с наличием в слизистой пилорического отдела желудка G-клеток, которые вырабатывают гормон гастрин. Данный гормон стимулирует секрецию соляной кислоты.

2. Наличие соляной кислоты в составе желудочного сока создает в желудке кислую среду.

Задача № 7.

1. В пробирке с желудочным соком произойдет расщепление фибрина под действием фермента пепсина.

2. В пробирке с соляной кислотой произойдет лишь денатурация фибрина.

Задача № 8.

1. Если причиной стеноза привратника желудка является гипертонус мышц этого отдела, то после введения атропина произойдет расслабление стенки, и явления стеноза исчезнут.

2. Введение атропина при рубцовых изменениях стенки желудка не приведет к положительному результату (рубцы образованы волокнами соединительной ткани).

Задача № 9.

1. Секреция поджелудочного сока увеличится.

2. Соляная кислота стимулирует образование гормона секретина, который вырабатывается клетками 12-перстной кишки. Секретин вызывает выделение большого количества панкреатического сока, богатого бикарбонатами, но бедного ферментами, так как гормон почти не действует на клетки ацинусов поджелудочной железы, которые секретируют ферменты.

Задача № 10.

1. Гастрин — это гормон APUD-системы, который вырабатывается G-клетками желудка.

2. Поскольку гастрин является гормоном, стимулирующим секрецию соляной кислоты в желудке, то у данного пациента будет наблюдаться повышенная кислотность желудочного содержимого.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Физиология: учебник для студентов лечебного и педиатрического факультетов / Под ред.: В.М. Смирнов, В.А. Правдивцев, Д.С. Свешников. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: МИА, 2017. — 511 с.
2. Нормальная физиология [Электронный ресурс] учебник / Под ред.: Л.З. Теля, Н.А. Агаджанян. — М.: Литтера, 2015. — 768 с. — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785423501679.html
3. Нормальная физиология: учебник / Под ред. Б.И. Ткаченко. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ГЭОТАР Медиа, 2014. — 688 с.: ил.
4. Брин В.Б. Нормальная физиология [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. Б.И. Ткаченко. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — 688 с. — ISBN 978-5-9704-3664-6 — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970436646.html
5. Нормальная физиология [Электронный ресурс]: учебник / К.В. Судаков [и др.]; под ред. К.В. Судакова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 880 с. — ISBN 978-5-9704-3528 — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970435281.html
6. Нормальная физиология [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.П. Дегтярёва. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/KP-2016-01.html
7. Физиология человека: учебник / Под ред. В.М. Покровского, Т.Ф. Коротько. — 3-е изд. — М.: Медицина, 2011. — 664 с.: ил. — ISBN 978-5-225-10008-7
8. Нормальная физиология: учебник для студ. стомат. и лечебного фак. мед.вузов / Н.А. Агаджанян, Н.А. Барбараш, А.Ф. Белов [и др.]; под ред. А.В. Завьялова, В.М. Смирнова. — М.: МЕДпресс-информ, 2009 — 811 с.

Дополнительная:

1. Судаков К.В., Физиология человека: Атлас динамических схем [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.В. Судаков, В.В. Андрианов, Ю.Е. Вагин, И.И. Киселев. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ГЭОТАР Медиа, 2015. — 416 с. — ISBN 978-5-9704-3234-1 — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970432341.html

2. Дегтярев В.П., Нормальная физиология. Типовые тестовые задания [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.П. Дегтярева. — М.: ГЭОТАР Медиа, 2014. — 672 с. — ISBN 978-5-9704-2932-7 — Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970429327.html
3. Физиология и основы анатомии: Учебник / Под ред. А.В. Котова, Т.Н. Лосевой. — М.: Медицина, 2011. — 1056 с.
4. Нормальная физиология: учебник / В.П. Дегтярев, Н.Д. Сорокина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016.— 480 с.: ил.

Каюмова Алия Фаритовна,

Самоходова Оксана Владимировна,

Тупиневич Галина Сергеевна,

Аллабердин Урал Толгатович,

Зиякаева Клара Рашитовна

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Учебное пособие

Лицензия № 0177 от 10.06.96 г.
Подписано к печати 07.06.2019 г.
Отпечатано на цифровом оборудовании
с готового оригинал-макета, представленного авторами.
Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Усл.-печ. л. 3,72.
Тираж 510 экз. Заказ № 61.

450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3,
Тел.: (347) 272-86-31, e-mail: izdat@bashgmu.ru
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России